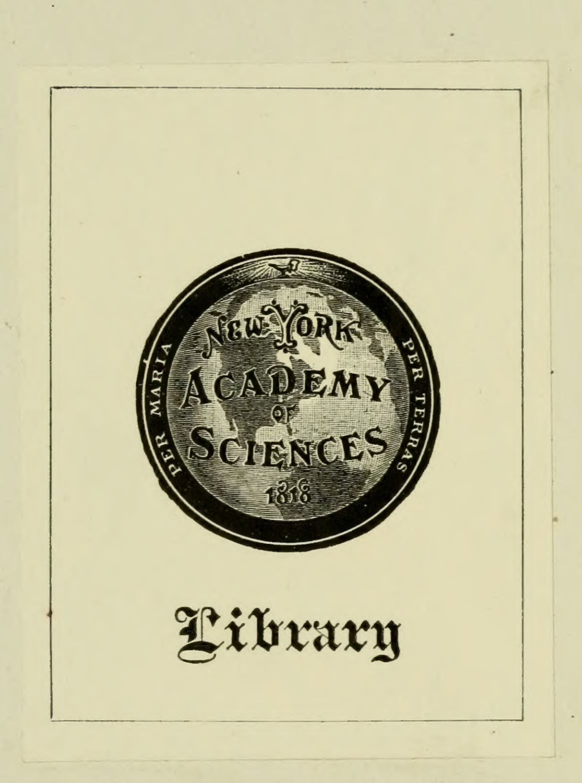



PER MARIA
NEW YORK
ACADEMY
OF
SCIENCES
1818
PER TERRAS
Library

MÉMOIRES

DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE

DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

La Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg a été reconnue comme Établissement d'utilité publique par Décret en date du 26 Août 1865.

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ NATIONALE
DES SCIENCES NATURELLES
DE CHERBOURG

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

Mr. AUGUSTE LE JOLIS,

DIRECTEUR ET ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME XVIII.

(DEUXIÈME SÉRIE. — TOME VIII.)



PARIS

J. B. BAILLIÈRE ET FILS, LIBRAIRES, RUE HAUTEFEUILLE, 19.

CHERBOURG

BEDELFONTAINE ET SYFFERT, IMP., RUE NAPOLÉON, 1.

1874.

DONNÉES

THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES

SUR

LES VAGUES ET LE ROULIS [1]

PAR

L.-E. BERTIN,

Ingénieur des Constructions Navales, Docteur en Droit.

V.

SUR L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU ROULIS.

29. — Le point de départ d'une étude expérimentale se trouve dans la distinction du roulis absolu et du roulis relatif. Il faut admettre comme un fait d'observation, que, dans le roulis relatif, la durée des oscillations d'une grande étendue est constante, indépendante de la durée des vagues, égale à la durée des oscillations en eau calme. Ce n'est point là sans doute un principe mathématique; il peut même rencontrer des exceptions : mais, comme jusqu'ici les observations, en se multipliant, n'ont en général montré dans la durée moyenne du mouvement domi-

(1) Voir le tome XVII des Mémoires de la Société.

nant (1), que les variations qui peuvent résulter de l'état de chargement du navire, la loi est suffisamment exacte pour une étude pratique des roulis habituels qui caractérisent les qualités nautiques.

Il résulte de là que chaque roulis relatif est analogue à une oscillation en eau calme, et que la manière dont les oscillations se succèdent les unes aux autres est seule différente, selon que l'eau est, ou n'est pas, agitée par la houle. Cela étant admis, il est permis d'évaluer la résistance de la carène sur les vagues, d'après les résultats expérimentaux obtenus sur l'eau calme; d'autre part, la stabilité et l'inertie peuvent se calculer: on a donc, soit par la théorie, soit par l'expérience, la valeur des diverses forces en jeu, et l'on peut établir les règles principales du mouvement.

La distinction du roulis relatif et du roulis absolu n'a pas seulement pour but de rendre l'intelligence du mouvement plus claire, les observations et les calculs plus faciles; elle ne repose pas sur une simple différence dans la mesure et dans l'énoncé des angles, suivant l'axe auquel on les rapporte : le roulis absolu et le roulis relatif, dont la différence, le roulis de vagues, est égale au mouvement angulaire de la surface liquide, ont en réalité, à divers égards, une existence et des propriétés distinctes. D'abord, il est possible de les mesurer l'un ou l'autre, et c'est en les mesurant simultanément, à l'aide d'un oscillographe double convenablement disposé, que l'on

(1) Dans les roulis de faible amplitude, le roulis de vague, isochrône avec la houle, masque le roulis relatif à l'observateur qui suit le mouvement par rapport à l'horizon; il n'est plus possible de relever, sans l'aide d'un instrument spécial, la durée de ce dernier.

pourra relever à la fois l'inclinaison de la mer et l'amplitude du roulis. En second lieu, comme la normale à la houle joue exactement sur l'eau agitée le rôle de la verticale absolue en eau calme, en ce qui concerne la plupart des forces exercées sur la carène, c'est bien le roulis relatif qui offre, comme il a été dit déjà, une grande analogie avec les oscillations en eau calme, et c'est de lui surtout que l'on peut espérer découvrir les lois.

Les inconvénients du roulis sont attachés, les uns au roulis absolu, les autres au roulis relatif. La fatigue de la coque et des liaisons, due aux forces d'inertie tangentielles ou centrifuges dépend seulement du roulis absolu, et non du roulis relatif. La dénivellation le long du bord, et par suite le danger de recevoir des coups de mer, ainsi que la valeur atteinte par le moment du couple de stabilité et par suite la vivacité des rappels, ne dépendent au contraire que du roulis relatif : il en est de même de la fatigue de la coque produite par les changements dans la position et la direction de la poussée. Enfin, le danger de chavirer dépend surtout du roulis relatif, car c'est au moment où les normales abaissées du centre de gravité sur la courbe des centres de carène coïncident avec la normale à la houle (non pas avec la verticale absolue), que le navire passe par ses positions d'équilibre stable et d'équilibre instable au point de vue du couple de stabilité.

30. — Rappelons les lois principales du roulis en eau calme.

L'équation différentielle du mouvement angulaire est

$$(76) \qquad -\frac{d^2\varphi}{dt^2} - e^2 \sin\varphi + M = 0$$

Si l'on fait abstraction du moment M de la résistance de

l'eau, et que l'on remplace sin φ par φ, le mouvement est le même que celui d'un pendule oscillant dans le vide; l'équation différentielle est

$$(76') \qquad -\frac{d^2\varphi}{dt^2} - e^2\varphi = 0,$$

l'équation intégrée donne, si l'origine des temps est prise à un instant où l'amplitude est nulle,

$$(77) \qquad \varphi = \varphi_0 \sin et.$$

L'amplitude des oscillations, φ_0, est constante; leur durée T_n est

$$(78) \qquad T_n = \pi \sqrt{\frac{\sum m r^2}{P(\rho - a)}}:$$

pour ne pas compliquer les équations, la valeur de $\rho - a$ doit être ici supposée la même pour toutes les inclinaisons.

Si l'on tient compte de la résistance de l'eau, ces lois subissent une modification qui dépend naturellement de la valeur de cette résistance.

La résistance de l'eau est une fonction *sui generis*, qui ne peut sans doute s'exprimer algébriquement que par une série indéfinie de termes ordonnés suivant différentes puissances de la vitesse, et qui dépend même des dérivées de la vitesse. Toutefois l'expérience prouve que la résistance des carènes à la propulsion est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse : il y a présomption en faveur de l'application de la même loi au roulis, puisque, dans un cas comme dans l'autre, il y a, et choc, et frottement de l'eau contre la carène, qu'il y a de l'eau

entraînée et que les vitesses dans les deux mouvements sont de même ordre.

Supposons d'abord, et sous bénéfice d'une vérification expérimentale, la résistance ainsi proportionnelle au carré de la vitesse. Soit M_1 le moment de la résistance de la carène pour une vitesse angulaire égale à l'unité ; le moment M de la résistance passive, pour une vitesse angulaire $\frac{d\varphi}{dt}$, a pour valeur

$$M = M_1 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

et doit être pris constamment de signe contraire à $\frac{d\varphi}{dt}$.

Poisson a donné les lois du mouvement du pendule pour ce cas : son équation différentielle ne tient pas compte des changements de signe du moment M, mais les résultats s'appliquent à une période comprenant les deux moitiés d'une oscillation complète, pendant laquelle le signe ne doit pas changer (1).

D'après les calculs de Poisson, la durée totale T_n garde la valeur ci-dessus, et n'est point modifiée par la résistance, pour les petites oscillations ; seulement la durée du

(1) *Traité de Mécanique*, 2e édition. Paris 1833. Nos 188, 189, p. 353 et suivantes. Le second membre de l'équation (4) devrait être précédé des signes $\pm$.

Le coefficient μ de Poisson est égal à $2 \frac{M_1}{\Sigma m r^2}$ d'après la notation adoptée ici pour le navire. Voir la citation de Poisson par M. de St-Venant, *Du roulis sur mer houleuse*, p. 22-26 du T. XVI des Mémoires de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg.

rappel doit être plus grande que celle de l'abattée, d'une quantité égale à

$$\frac{2\,M_1}{3\,\pi \sum m\,r^2}\,\varphi_m\,T_n.$$

Dans cette formule, φ_m est la moyenne des amplitudes sur les deux bords, car Poisson ne fait pas de distinction entre les angles décrits pendant l'une et l'autre moitié de l'oscillation.

La diminution d'amplitude, en passant du rappel φ_0 à l'abattée φ_1, qui suit ce rappel, est, toujours d'après Poisson,

$$(80) \qquad \varphi_0 - \varphi_1 = \Delta\varphi = \frac{4}{3}\,\frac{M_1}{\sum m\,r^2}\,\varphi_0^2,$$

et cela, quelle que soit la valeur, grande ou petite, de φ_0.

Cette dernière valeur diffère très-peu de celle dont j'ai donné une démonstration élémentaire (1)

$$\Delta\varphi = \frac{4}{3}\,\frac{M_1}{\sum m\,r^2}\left(\varphi_m^2 + \frac{3}{4}\,\overline{\Delta_\varphi}^{\,2}\right),$$

ou, avec une approximation suffisante,

$$(81) \qquad \Delta\varphi = \frac{4}{3}\,\frac{M_1}{\sum m\,r^2}\,\varphi_m^2;$$

(1) *Complément à l'étude*, n° 10, et *Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis*, note E.

φ_m étant la moyenne entre le rappel et l'abattée. Cette dernière valeur de $\Delta\varphi$ est d'un emploi plus commode que l'expression (80), parce que, dans la mesure des amplitudes successives, on observe immédiatement les amplitudes totales $\varphi_0 + \varphi_1 = 2\varphi_m$, ce qui donne de suite φ_m, tandis que l'on ne pourrait décomposer ces amplitudes $2\varphi_m$ en leurs deux parties φ_0 et φ_1, sans un travail long et minutieux.

Pour le cas d'un pendule en mouvement dans un milieu où la résistance serait simplement proportionnelle à la vitesse, Poisson a donné les lois du mouvement, mais en supposant cette fois les oscillations assez petites, pour que leurs sinus puissent être remplacés par les arcs (1). En appliquant ses résultats à un navire, le moment M de la résistance devenant dans ce cas

$$(82) \qquad M = M_1 \frac{d\varphi}{dt},$$

on trouve que la durée des oscillations serait diminuée par la résistance; pour les très-petites oscillations, dont il s'agit, la durée serait

$$T_n = \pi \sqrt{\frac{\sum m r^2}{P(\rho - a)}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{M_1^2}{4P(\rho - a)\sum m r^2}}}.$$

(1) *Traité de Mécanique*, n° 186.

La résistance de l'eau dans les conduits, c'est-à-dire le simple frottement contre les parois, pour des vitesses modérées, paraît être proportionnelle à la simple vitesse. Voir l'*Etude du Roulis*, de M. de St-Venant, p. 39 et p. 60.

Les oscillations décroîtraient suivant une progression géométrique dont la raison serait

$$(84) \qquad e^{-\upsilon}$$

l'exposant υ ayant la valeur assez compliquée

$$(85) \qquad \upsilon = \frac{\pi M_1}{2\sqrt{P(\rho - a)\sum m r^2 - \frac{M_1^2}{4}}}.$$

La méthode approximative, qui a servi au calcul de la diminution d'amplitude lorsque la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse, s'applique également quand la résistance est proportionnelle à la vitesse : posons en effet

$$(82) \qquad M = M_1 \frac{d\varphi}{dt};$$

le travail de la résistance, pendant un rappel d'amplitude φ_0, est

$$-\int_0^{\varphi_0} M_1 \frac{d\varphi}{dt} d\varphi = -\frac{\pi}{4} M_1 e \varphi_0^2,$$

si nous supposons toujours que le mouvement pendulaire modifié par la résistance puisse encore être exprimé par une équation de la forme

$$(77) \qquad \varphi = \varphi_0 \sin et.$$

Le travail de la résistance pendant l'abattée φ_1 qui suit le rappel est, de même,

$$-\frac{\pi}{4} M_1 e \varphi_1^2;$$

le travail de la résistance pendant l'oscillation complète est donc

$$-\frac{\pi}{4} M_1 e (\varphi_0^2 + \varphi_1^2).$$

Pendant cette même oscillation, le travail du couple de stabilité est

$$\frac{1}{2} P (\rho - a) (\varphi_0^2 - \varphi_1^2):$$

la somme de ces deux travaux étant nulle, on a,

$$\left.\begin{array}{l} -\frac{\pi}{4} M_1 e \frac{(\varphi_0 + \varphi_1)^2 + (\varphi_1 - \varphi_0)^2}{2} + \\ + \frac{1}{2} P (\rho - a) (\varphi_0 + \varphi_1) (\varphi_0 - \varphi_1) \end{array}\right\} = 0,$$

et, en posant $\varphi_0 + \varphi_1 = 2 \varphi_m$, et $\varphi_0 - \varphi_1 = \Delta\varphi$,

$$-\frac{\pi}{4} M_1 e (4 \varphi_m^2 + \overline{\Delta\varphi}^2) + 2 P (\rho - a) \varphi_m \Delta\varphi = 0,$$

d'où l'on tire

$$\Delta\varphi = \frac{\pi M_1 e}{2 P (\rho - a)} \varphi_m + \frac{\pi M_1 e}{8 P (\rho - a)} \frac{\overline{\Delta\varphi}^2}{\varphi_m},$$

ou bien égal à

$$\frac{\pi M_1}{2 \sqrt{P (\rho - a) \sum m r^2}} \varphi_m + \frac{\pi M_1}{8 \sqrt{P (\rho - a) \sum m r^2}} \frac{\overline{\Delta\varphi}^2}{\varphi_m}.$$

Comme le second terme de cette expression est égal au premier multiplié par $\left(\frac{\Delta\varphi}{2\varphi_m}\right)^2$, il est négligeable en présence du premier, et l'on a, avec une approximation suffisante,

$$(86) \qquad \Delta\varphi = \frac{\pi M_1}{2\sqrt{P(\rho - a)\sum m r^2}}\varphi_m.$$

Cette expression, qui ne suppose pas les oscillations très-petites, diffère peu de celle que l'on obtiendrait à l'aide de la formule de Poisson en développant e^v et en s'arrêtant aux deux premiers termes du développement; dans l'une et dans l'autre, $\Delta\varphi$ est sensiblement proportionnel à la première puissance de l'amplitude, et cette loi entre $\Delta\varphi$ et φ suffit pour comparer expérimentalement l'exactitude des deux hypothèses qui viennent d'être faites sur la valeur de la résistance en fonction de la vitesse. Cette comparaison et le calcul des constantes qui entrent dans les équations du mouvement feront l'objet des numéros 32 et 33.

31. — L'étude des amplitudes et des vitesses dans les oscillations en eau calme doit être complétée par celle de la position de l'axe de rotation; cette dernière est intéressante pour diverses recherches pratiques sur les formes de carène les plus résistantes contre le roulis, sur la position des quilles latérales la plus efficace, sur l'emplacement du pendule destiné à relever le roulis relatif.

Si le navire oscillant en eau calme était seulement soumis aux deux forces qui constituent le couple de stabilité, la résultante de toutes les forces extérieures serait nulle, l'axe de rotation du navire serait con-

stamment au centre de gravité (1). Les choses ne peuvent pas se passer aussi simplement; en effet, dans un mouvement de rotation autour du centre de gravité, la résistance de la carène constituerait, non point un couple, mais bien une force unique dirigée tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Le centre de gravité est donc nécessairement animé d'un mouvement de translation alternatif.

La résistance de la carène dépend de la positon de l'axe de rotation et par suite du mouvement du centre de gravité, tandis que ce dernier mouvement, de son côté, dépend de la valeur de la résistance. Soit R la résistance de la carène, z la distance de l'axe de rotation au centre de gravité, m la masse du navire; l'accélération du centre de gravité, $z\frac{d^2\varphi}{dt^2}$, est déterminée par l'équation

$$z\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{R}{m}, \tag{87}$$

(1) Comme la courbe des centres de carène n'est pas un cercle, le centre de gravité a nécessairement un petit mouvement d'oscillation vertical, même quand les résistances ont une résultante nulle : en effet, d'après les lois géométriques du déplacement et de la stabilité, la distance du centre de gravité à la flottaison est constamment la même que si la courbe des centres de carène roulait sur un plan horizontal.

Si l'on tient compte de l'inertie de la matière, le centre de gravité n'a plus simplement l'oscillation qui suppose un volume immergé de la carène constant; il décrit autour de cette position variable, des oscillations pendulaires faisant varier à chaque instant le volume immergé de la carène. Ces mouvements du centre de gravité ont des amplitudes trop faibles pour qu'il y ait ici lieu d'en tenir compte.

d'où l'on peut tirer la valeur de z, si R est lui-même connu en fonction de z et de la vitesse angulaire.

Supposons que le centre de gravité soit à la flottaison même, ainsi que c'est à peu près le cas sur les navires.

Considérons d'abord ce qui arriverait si le flotteur était remplacé par son plan longitudinal immergé : l'axe de rotation serait constamment au-dessous du centre de gravité, et il serait situé dans la moitié supérieure du plan, puisque la résistance totale doit avoir la même direction que le mouvement du centre de gravité. Soit p le tirant d'eau, l la longueur, f_1 la résistance produite par la portion du plan situé au-dessous de l'axe de rotation et f_2 la résistance de la portion supérieure du plan ; z est maintenant la distance de l'axe de rotation à la flottaison. Considérons la résistance comme proportionnelle au carré de la vitesse et égale à

$$\mathrm{K\,S\,V}^2;$$

les valeurs de f_1 et de f_2 sont, d'après une intégration très-simple,

$$f_1 = \mathrm{K}\, l\, \frac{(p - \mathrm{z})^3}{3} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2,$$

$$f_2 = \mathrm{K}\, l\, \frac{\mathrm{z}^3}{3} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2;$$

et, comme nous avons

$$\mathrm{R} = f_1 - f_2,$$

l'équation (87) devient

$$\mathrm{z}\, \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{\mathrm{K}\, l}{3m} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \left[(p - \mathrm{z})^3 - \mathrm{z}^3\right].$$

Reprenons les lois du mouvement

$$(77) \quad \left\{ \begin{aligned} \varphi &= \varphi \sin et, \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \varphi_0 \, e \cos et, \\ \frac{d^2\varphi}{dt^2} &= -\varphi \, e \sin et; \end{aligned} \right.$$

et remplaçons les dérivées de φ par leurs valeurs ; nous avons, pour déterminer z en fonction de t, l'équation

$$(88) \quad z \sin et + \frac{K\, l\, \varphi_0}{3m} \left[(p - z)^3 - z^3 \right] \cos^2 et = 0 :$$

au moment où le navire est droit, pour $et = 0$, nous trouvons

$$z = \frac{p}{2},$$

et à la fin d'une abattée, pour $et = \pm \frac{\pi}{2}$, nous trouvons

$$z = 0.$$

Ces deux valeurs de z sont, l'une un maximum et l'autre un minimum, car toutes deux annulent la dérivée de z par rapport à t, comme le montre l'équation (88) différentiée,

$$(89) \quad \left. \begin{aligned} & z\, e \cos et + \sin et \frac{dz}{dt} - \\ & - \frac{K\, l\, \varphi_0}{m} \left[(p - z)^2 - z^2 \right] \frac{dz}{dt} \cos^2 et - \\ & - \frac{2\, K\, l\, \varphi_0}{3\, m} \left[(p - z)^3 - z^3 \right] \sin et \cos et \end{aligned} \right\} = 0.$$

Sur le navire réel, l'axe de rotation ne doit point faire des excursions aussi étendues. En effet, au lieu de la résistance du plan longitudinal, considérons celle d'un plan horizontal semblable à la flottaison, mais restant complètement immergé en oscillant autour de son axe de symétrie; la résistance éprouvée par ce plan est analogue à celle qui s'exerce sur les fonds d'un navire : or, cette résistance est un couple, si les résistances par contre-pression sont égales aux résistances par pression pour une même valeur de la vitesse. Si la résistance se bornait à celle de ce plan, l'axe de rotation passerait donc constamment par le centre de gravité. En considérant la résistance comme participant à la fois des caractères du couple précédent et de celui des deux forces horizontales f_1 et f_2 ci-dessus, nous voyons que l'axe de rotation est constamment situé au-dessous du centre de gravité, à une hauteur qui varie, pendant chaque demi-oscillation, entre 0 et un maximum inférieur au demi-tirant d'eau. De plus, la résistance de la voilure et de l'accastillage dans l'air contribue à faire remonter l'axe de rotation.

Le moment d'inertie des navires autour de l'axe de rotation varie donc sans cesse et il n'est point égal au moment d'inertie autour du centre de gravité : c'est sa valeur moyenne que l'on peut espérer déduire de la durée des oscillations en eau calme, et que nous désignerons désormais par $\Sigma m r^2$. Le calcul des moments d'inertie d'un navire lége ou en pleine charge déduits du moment d'inertie mesuré par l'expérience est inexact, parce que son point de départ, consistant à supposer que ce dernier moment est rapporté au centre de gravité, est erroné.

Pour étudier le mouvement angulaire autour de l'axe

de rotation variable, nous avons à calculer l'expression exacte des moments autour de cet axe de toutes les forces extérieures et de toutes les forces d'inertie. Quand nous avons posé l'équation différentielle (65) du roulis relatif et l'équation (76) des oscillations en calme, nous admettions que l'axe de rotation passait par le centre de gravité ; cela supposait pour les paramètres $\Sigma m r^2$ et M de ces équations, des valeurs différentes de celles mesurées en eau calme et par suite impossibles à obtenir : voyons maintenant ce que devient l'équation (65) en assignant à l'axe de rotation du roulis relatif la position de l'axe instantané des oscillations en eau calme.

Les forces d'inertie se composent d'abord d'une résultante appliquée au centre de gravité, laquelle est égale et opposée à la résultante des trois forces extérieures, le poids du navire P, la poussée du liquide F et la résistance de l'eau $R = f_1 - f_2$: le moment de cette force d'inertie par rapport à l'axe A situé à la distance z au-dessous du centre de gravité G (Pl. II, fig. 3) est

$$(90) \quad - Pz \sin(\varphi + \theta) + \frac{P}{\delta} F z \sin\varphi - m z^2 \frac{d^2\varphi}{d^2t}.$$

Les forces d'inertie comprennent de plus un couple dont le moment est

$$(91) \qquad - \left(\sum m r_g^2\right) \frac{d^2\varphi}{dt^2} - \left(\sum m r_g^2\right) \frac{d^2\theta}{dt^2},$$

r_g représentant la distance des molécules du navire au centre de gravité.

Si nous ajoutons ces deux moments, nous remarquons que la somme

$$\sum \mathrm{m\,r}_{\mathrm{g}}^2 + mz^2$$

est le moment d'inertie, autour de l'axe A du roulis relatif, que nous appelons simplement

$$\sum \mathrm{m\,r}_o^2.$$

Le moment total des forces d'inertie par rapport à A est donc

$$(92) \left\{ \begin{array}{l} -\sum \mathrm{m\,r}^2 \frac{d^2\varphi}{dt^2} - \mathrm{P\,z} \sin(\varphi + \theta) + \\ + \frac{\mathrm{P}}{\delta} \mathrm{F\,z} \sin \varphi - \sum \mathrm{m\,r}_{\mathrm{g}}^2 \frac{d^2\theta}{dt^2}. \end{array} \right.$$

Le moment des forces extérieures autour de l'axe A comprend :

1° celui du poids P qui était nul par rapport à G et qui est, par rapport à A,

$$+ \mathrm{P\,z} \sin(\varphi + \theta),$$

2° le moment de la poussée du liquide égal à

$$- \mathrm{P}\,(\rho - a + \mathrm{z})\,\frac{\mathrm{F}}{\delta} \sin \varphi,$$

3° le moment des résistances passives de l'eau et de l'air que nous appelons encore M, en notant bien qu'il s'agit d'un moment par rapport à l'axe A.

En écrivant que la somme des moments des forces

d'inertie et des forces extérieures autour de l'axe A est nulle, nous obtenons l'équation

$$(93) \qquad \left.\begin{array}{l} -\sum m\, r^2 \dfrac{d^2\varphi}{dt^2} - \sum m\, r_g^2 \dfrac{d^2\theta}{dt^2} \\ -P(\rho - a)\dfrac{F}{\delta}\sin\varphi + M \end{array}\right\} = 0$$

qui diffère très-peu de l'équation (52′) et sur laquelle nous avons seulement deux remarques à faire.

D'abord, le poids, la poussée, et la force d'inertie dans le mouvement de translation qui aurait lieu sans la résistance de carène, forment par leur ensemble un couple; le moment de ce couple,

$$-P(\rho - a)\frac{F}{\delta}\sin\varphi,$$

est le moment de stabilité sur la houle.

En second lieu, les deux valeurs différentes du moment d'inertie qui se retrouvent jusqu'à la fin dans l'équation (93) montrent que l'axe de rotation du roulis relatif et celui du roulis de vagues sont distincts: le dernier passe d'après (93) par le centre de gravité.

L'application, au roulis relatif sur la houle, du calcul de la position de l'axe de rotation en eau calme, ne peut se faire qu'en négligeant les résistances de carène qui résultent du déplacement angulaire des couches verticales et des couches horizontales, résistances qui seront étudiées plus loin. Ces dernières forces impriment au navire un petit mouvement oscillatoire synchrone avec la houle : il en résulte, comme on le verra au n° 39, que l'axe de rotation du roulis de vagues descend, lui aussi, au-des-

sous du centre de gravité, comme l'axe du roulis relatif, et même un peu plus bas que ce dernier.

En résumé, l'axe du roulis relatif reste bien déterminé par les calculs faits au commencement de ce n° pour le cas de l'eau calme : les deux axes de rotation du roulis de vagues et du roulis relatif oscillent entre des limites très-voisines, et, par suite, dans le cas où ces deux roulis sont synchrônes, les deux axes coïncident sensiblement.

32. — J'ai exécuté en 1871 et 1872, sur plusieurs navires de types différents, l'expérience de décroissance des roulis déjà faite, en 1867, sur l'aviso le *Renard*. Dans ces nouveaux essais, une précision plus grande était apportée à la mesure des amplitudes décroissantes des oscillations. Il ne s'agissait plus, en effet, de savoir, d'une manière générale, si la résistance de carène présente un moment suffisant pour contre-balancer l'effet combiné de la stabilité et de la force d'inertie sur une houle synchrône avec le roulis, et pour imposer par suite une limite que l'amplitude ne peut jamais dépasser ; ce point pouvait être considéré comme établi. Il ne s'agissait même pas de comparer entr'elles les deux équations (79) et (82), pour savoir quelle est la loi de la résistance que l'on peut admettre avec le moins d'erreur. Il s'agissait surtout de montrer que l'expérience de roulis en eau calme peut servir à différencier les navires au point de vue de l'amplitude maximum de leur roulis, de leur mobilité sur les vagues, et d'obtenir des notions sur l'efficacité des moyens pratiques auxquels on peut recourir, pour diminuer la grandeur des roulis.

Les essais forment deux séries distinctes. La première série, destinée à étudier l'effet des quilles latérales, a été

faite sur un chaland amphidrôme, d'une forme assez rare parmi les bâtiments de ce genre, qui, par la finesse des extrémités et l'acculement des varangues, se rapproche beaucoup de la forme d'un navire bon voilier. La seconde comprend la mesure de la décroissance du roulis pour plusieurs navires différant entr'eux par les dimensions, les formes, la disposition des poids ; elle est destinée à étudier l'influence de ces éléments sur le moment de résistance de la carène.

Les bâtiments étaient mis en branle en faisant courir des hommes d'un bord sur l'autre, de manière à les faire toujours aller en montant. Les oscillations ayant atteint l'amplitude cherchée, le navire était abandonné à lui-même, les hommes restant immobiles dans la partie centrale : les oscillations successives étaient relevées à l'aide d'un oscillographe à lunette, construit avec un théodolite et le mécanisme, enregistreur de l'oscillographe à pendule, décrit dans l'*Étude sur la houle et le roulis*. Le limbe du théodolite était dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe du navire, la lunette était tenue braquée sur un point éloigné, l'alidade fixé à la lunette portait à l'extrémité un crayon enregistrant sans cesse l'angle d'inclinaison sur la bande de papier, qui se déroulait en oscillant avec le navire. Après l'opération, la bande de papier était enroulée en sens inverse, le crayon était ramené sur les sommets de la courbe tracée, et les angles d'inclinaison correspondant à ces positions étaient mesurés sur le limbe, à l'aide du vernier. La durée des oscillations, indiquée déjà sur le papier, était de plus mesurée pendant l'opération avec un chronomètre à pointage.

Les amplitudes totales d'un bord sur l'autre, relevées sur l'instrument, étaient portées sur une série d'ordonnées équidistantes et servaient à tracer une courbe à

grande échelle qui donnait des résultats rectifiés. Sur cette courbe, il était facile d'en tracer par tâtonnement une seconde divisant les ordonnées de la première en deux parties, telles que la partie supérieure de l'une fût égale à la partie inférieure de l'autre, de décomposer ainsi les amplitudes totales en rappels et en abattées, et d'avoir $\Delta\varphi$. On pouvait aussi considérer la différence de deux ordonnées de la première courbe comme égale à $2\,\Delta\varphi$ et leur somme comme égale à $4\,\varphi_m$. Cette méthode, beaucoup plus commode, a été trouvée suffisamment exacte. Il était fait chaque fois, 10 expériences d'oscillation donnant autant de courbes ou de tableaux de $\Delta\varphi$ en fonction de φ_m (1). C'est la moyenne des dix expériences de chaque journée qui a servi à tracer les courbes des Pl. II et III; quelques expériences dont les résultats s'écartaient trop de la moyenne ont été laissées de côté.

33. — Avant d'étudier en détail les données recueillies dans ces essais de décroissance des roulis, voyons d'abord les résultats généraux au point de vue des lois du mouvement.

Sur la Pl. III, les courbes ont été tracées en prenant φ_m pour abscisses et $\Delta\varphi$ pour ordonnées : ces courbes, en partant de l'origine, présentent une partie à peu près droite, puis elles se relèvent assez rapidement, leur concavité est toujours dirigée vers le haut, et la courbure dépend de l'abscisse suivant une loi trop peu précise

(1) M. Froude, qui a opéré d'une manière analogue, mais sans connaître mes propres expériences, s'est appliqué particulièrement à l'étude de cette courbe dont il donne l'équation analytique. Voir le n° d'Oct. 1872 de la revue « *Naval science,* » « *On the influence of resistance upon the rolling of ships* » p. 417-419.

pour qu'il soit possible de prolonger la courbe au-delà des points qui ont servi à la tracer.

Sur la Pl. IV, les courbes ont été tracées en prenant pour abscisses les carrés de φ_m et pour ordonnées les premières puissances de $\Delta\varphi$: ces courbes, en partant de l'origine, ont une courbure nettement accusée dont la convexité est tournée vers le haut, mais elles tendent très-vite à devenir des lignes droites, tellement que, pour toutes les expériences, à partir du point correspondant aux amplitudes de 2° 30′ environ, il serait impossible, pour aucune courbe, de dire de quel côté est la convexité; il est facile de prolonger de telles courbes au-delà de l'arc déterminé expérimentalement. On ne peut, en attendant des expériences où les angles φ_m atteignent de 20° à 30°, qu'admettre les lois observées pour de plus petits angles; la ligne droite qui représente la relation entre $\Delta\varphi$ et φ_m^2 doit donc être prolongée : en appelant A_0 l'ordonnée du point où cette droite coupe l'axe des y, on a pour la partie rectiligne de la courbe, l'équation

$$\Delta\varphi = A_0 + N\varphi_m^2,$$

Si les angles sont comptés en degrés, A_0 est toujours moindre que 0,2 : il est par suite négligeable en présence de $N\varphi_m^2$, même pour les valeurs de φ_m assez faibles, car N est compris entre 0,1 et 0,2 comme on le verra plus loin. On peut donc, pour les valeurs de $\Delta\varphi$ correspondant à de grandes amplitudes, au roulis maximum à la mer par exemple, s'en tenir à l'expression

(81′) $$\Delta\varphi = N\varphi_m^2,$$

de la même forme que celle (81) obtenue par le calcul, en

supposant la résistance proportionnelle au carré de la vitesse.

Ainsi, d'après les expériences, la résistance de l'eau, qui semblerait proportionnelle à la simple vitesse pour les très-petites oscillations et les très-petites vitesses, se trouve proportionnelle au carré de la vitesse pour les grandes oscillations, ce qui est bien d'accord avec les résultats de diverses expériences faites dans des conditions toutes différentes (1).

Cela posé, il reste à calculer, pour caractériser chaque navire au point de vue du roulis, le coefficient

$$N = \frac{\Delta\varphi}{\varphi_m^2},$$

qui est, au point de vue de l'homogénéité des formules, du degré — 1, comme angle.

(1) Les essais de décroissance de roulis exécutés à Torquay par M. Froude, ont été faits sur de petits modèles et non sur des navires. Il est facile de s'expliquer, d'après cela, que cet habile expérimentateur ait trouvé, contrairement à mes résultats, une résistance proportionnelle à la simple puissance de la vitesse.

Soit m le coefficient de réduction d'un modèle absolumen semblable comme forme, distribution des poids, etc., à un navire ; la durée des oscillations est réduite dans le rapport $\sqrt{m}$, les vitesses angulaires sont augmentées dans le même rapport et les vitesses absolues qui sont, d'autre part, proportionnelles aux dimensions sont diminuées dans le rapport $\sqrt{m}$. Si on considère que les vitesses à chaque instant sont proportionnelles aux amplitudes maxima et si l'on suppose $m = 0{,}01$, on voit que sur le modèle, avec des amplitudes maxima de 25° on doit avoir la loi de résistance qui s'applique aux navires pour des amplitudes de 2°,5. c'est-à-dire la proportionnalité de la résistance à la simple vitesse.

On peut ensuite à l'aide de la formule (81) déduire de la valeur de N celle du moment de résistance M_1; on a

$$(95) \qquad \frac{N}{\text{arc } 1^\circ} = \frac{4}{3} \frac{M_1}{\sum m r^2},$$

d'où, l'arc 1° étant égal à 0,01745,

$$(95') \qquad M_1 = \frac{3}{4} \frac{N \sum m r^2}{0{,}01745}:$$

la valeur de $\Sigma m r^2$ est supposée connue en fonction de T_n et de $P(\rho - a)$, puisque la durée des oscillations n'est pas modifiée par une résistance proportionnelle au carré de la vitesse.

Pour donner aux résultats obtenus dans les essais de décroissance de roulis une forme plus significative, il faut considérer le rôle de la résistance de la carène pendant le roulis sur une houle synchrône avec le navire.

Dans ce roulis, qui n'est à la vérité qu'un seul des cas du mouvement à la mer, mais qui est le plus intéressant de tous, on peut calculer approximativement l'effet de la stabilité et de l'inertie pendant le passage d'une vague. Le travail de la force d'inertie pendant le rappel serait égal, si la résistance n'existait pas, au travail de la stabilité; il en serait de même pendant l'abattée: le travail total, du commencement du rappel à la fin de l'abattée, est nul, puisque, dans le cas choisi, le roulis de vagues coïncide avec le roulis relatif et que, par suite, le commencement du rappel et la fin de l'abattée correspondent à un repos absolu du navire : le travail total de la stabilité pendant l'oscillation totale serait donc nul. Cette condi-

tion donne, φ_0 étant l'amplitude du rappel, φ_1 celle de l'abattée, et Θ l'inclinaison de la vague (1),

$$\left(1 + \frac{\Theta}{\varphi_0}\right) \varphi_0^2 = \left(1 - \frac{\Theta}{\varphi_1}\right) \varphi_1^2$$

$$\frac{\varphi_0}{\varphi_1} = \frac{\varphi_1 - \Theta}{\varphi_0 + \Theta},$$

$$\frac{\varphi_0 + \varphi_1}{\varphi_0 - \varphi_1} = \frac{\varphi_0 + \varphi_1}{2\Theta - (\varphi_1 - \varphi_0)},$$

et enfin

(96) $$\Delta \varphi = \Theta :$$

si la résistance de carène n'existait pas, les amplitudes croîtraient ainsi indéfiniment par quantités égales à Θ. En raison de la résistance de l'eau, la croissance sera moins rapide ; elle s'annulera complétement et par suite le roulis maximum Φ sera atteint, lorsque la réduction $\Delta\varphi$ produite par la résistance sera égale à Θ, ce qui donne

(97) $$N \Phi^2 = \Theta,$$

(97') $$\Phi = \sqrt{\frac{\Theta}{N}} = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{\sum m r^2}{0{,}01745 \, M_1} \Theta}.$$

J'exprimerai les résultats obtenus relativement à N, en donnant les valeurs de Φ qui en résultent pour diverses valeurs de Θ (2).

(1) Voir *Complément à l'Etude*, p. 32, 33.

(2) Il est à remarquer que l'exactitude de la valeur de Φ donnée par ces équations est indépendante de l'exactitude de

Courbes de décroissance des oscillations en eau calme.

Les décroissances sont portées en ordonnées et les amplitudes moyennes portées en abscisses.

Chaland Amphidrôme

Expériences sur divers bâtiments.

Courbes de décroissance des oscillations en eau calme.

Les décroissances sont portées en ordonnées les carrés des amplitudes moyennes en abscisses.

Chaland Amphidrôme

———— Expériences sans quilles latérales

- - - - - d° avec 2 quilles latérales

-·-·-·- d° id d°

40'
30'
20'
10'

$1^2=1$ $2^2=4$ $3^2=9$ $4^2=16$ $5^2=25$

Expériences sur divers batiments.

———— Chaland charbonnier.

- - - - - d° amphidrôme.

-·-·-·- Navette

-··-··- Calvados.

········ Hirondelle

━━━━ Suffren.

40'
30'
20'
10'

$1^2=1$ $2^2=4$ $3^2=9$ $4^2=16$ $5^2=25$

La formule (97), sur laquelle il y aura lieu de revenir, repose sur deux hypothèses. Elle suppose en premier lieu que la résistance sur l'eau agitée est la même fonction du roulis relatif que la résistance en eau calme, ce qui n'est pas tout-à-fait vrai à cause du mouvement relatif des couches horizontales et des couches verticales. Elle suppose de plus que le mouvement angulaire dans le roulis relatif est la même fonction du temps que l'inclinaison de la vague au point où le navire se trouve : cette dernière hypothèse ne peut, quant à présent, être contrôlée ; si elle n'est pas exacte, la valeur véritable de Φ peut être égale à la précédente multipliée par un certain coefficient I qui doit être à peu près le même pour tous les navires, mais qui doit varier avec l'inclinaison des vagues : on aurait ainsi

$$(97'') \qquad \Phi = \mathrm{I}\sqrt{\frac{\Theta}{\mathrm{N}}}.$$

La détermination de I n'est pas du domaine des expériences en eau calme, mais bien de celui des observations à la mer; nous supposerons provisoiremeut ce coefficient égal à 1.

Passons maintenant à l'étude des résultats des expériences de décroissance de roulis en eau calme pour chaque bâtiment en particulier.

34. — Le chaland employé dans les expériences sur l'effet des quilles latérales avait été au préalable chargé de

la valeur de $\Sigma m r^2$ fournie par l'équation (78). N est donné par une expérience directe. Si l'équation (78) ne se trouvait pas tout-à-fait rigoureuse, le calcul de M_1 fondé sur l'équation (95) serait seul faussé.

lest arrimé, partie au fond, partie sur le pont, afin que les roulis fussent assez lents pour être suivis par les hommes : on avait enlevé deux ventrières d'échouage de 8^m de long placées sous les flancs.

Les données relatives à la stabilité dans les conditions des essais étaient :

Tirant d'eau (uniforme) .... 1^m,77
Déplacement en T^x, P .... 113 ,70
Hauteur métacentrique $\rho - a$ .... 1^m,55
Moment de stabilité P $(\rho - a)$ .... 176 ,08
Durée des oscillations en calme T_n .... 2″ ,00

Les expériences ont été faites :

1° Sans quilles latérales.

2° Avec deux quilles latérales de 16^m de long, de 0^{m}35 de haut, présentant ensemble 11^{mq} 20 de surface résistante.

3° Avec les quilles précédentes, plus deux autres pareilles et placées à une distance moitié moindre de la quille centrale.

Les résultats des trois expériences sont représentés sur les courbes des Pl. III et IV ; les valeurs de N, de Φ, de M_1, ont, d'après les courbes de la Pl. II, les valeurs inscrites dans le tableau suivant (1) :

ETAT DU CHALAND.	COEFFICIENTS DE L'ÉQUATION $\Delta\varphi = A_0 + N\,\varphi_m^2$		ROULIS MAXIMUM Φ POUR DEUX VALEURS DE Θ		MOMENT DE résistance
	A_0	N	$\Theta = 8°,75$	$\Theta = 17°45$	
Sans quilles.	0,10	0,0154	23°,84	33°.66	47,17
Avec 2 quilles	0,10	0,0210	20°,41	28°,83	64,67
Avec 4 quilles	0,10	0,0293	17°,28	24°,40	90,03

(1) La carène était propre et enduite de brai.

Ce tableau indique tout d'abord, comme résultat général, que l'addition de quatre quilles présentant une surface totale de résistance comprise entre le cinquième et le sixième du plan longitudinal, ou entre le dixième et le douzième de la surface de flottaison, double à peu près le coefficient N de décroissance des oscillations, et donne une diminution de un quart sur l'amplitude du roulis maximum théorique.

En comparant entre eux les effets produits par l'addition des deux premières quilles et ceux des deux autres, on trouve

M_1	ΔM_1	QUILLES DONNANT CETTE VALEUR DE ΔM_1
47,17		
	17,50	Les deux premières quilles.
64,67		
	25,36	Les deux quilles suivantes.
90,03		

L'effet des deux premières quilles a été le moins énergique, ce qui s'explique facilement, parce qu'elles étaient plus rapprochées de l'axe d'oscillation; mais les premières quilles ont abrité en partie les deux autres dans leur mouvement, l'efficacité réelle des deux dernières quilles est donc sans doute encore supérieure à celle indiquée par une valeur de ΔM_1 égale à 25,36.

Deux autres expériences ont été faites pour constater l'influence de l'état de la carène, l'une avec le chaland couvert de plantes marines, tel qu'il se trouvait quand on l'a pris, le second avec la carène propre : dans les deux cas, les ventrières d'échouage étaient en place. Les résultats obtenus ont été les suivants :

ÉTAT DE LA CARÈNE.	A_0	N	ROULIS Φ		M_1	ΔM_1
			$\Theta = 8^\circ 75$	$\Theta = 17^\circ 45$		
Sale.....	0,11	0,0205	20,66	29,18	63,15	17,65
Propre...	0,19	0,0166	22,96	32,50	45,50	

L'état de la carène a, d'après ce tableau, une influence à peu près égale à celle des deux premières quilles des expériences précédentes.

Ces deux dernières expériences ont présenté diverses anomalies, telles que les valeurs trouvées pour A_0, qui les auraient fait recommencer si la question n'avait eu une importance aussi secondaire.

La durée des oscillations a été mesurée dans chaque état du chaland. Les variations observées d'une journée à l'autre ont été de quelques centièmes de seconde seulement ; elles sont restées inférieures aux variations qui s'observaient entre les diverses expériences d'une même journée. La durée moyenne était de 2″.

Ce résultat, rapproché des calculs de Poisson rapportés au n° 30, confirme la loi de la résistance proportionnelle au carré de la vitesse.

Il faut remarquer d'un autre côté que, si dans les expériences le moment total de résistance M_1 a varié du simple au double, c'est la résistance par rencontre qui augmentait seule ; le frottement restait le même. Nos expériences ne prouvent donc pas que la durée des oscillations soit exprimée d'une manière tout-à-fait rigoureuse par l'équation (78) ; elles indiquent seulement que, si la durée est modifiée par le frottement dans l'eau, cet effet doit être

peu considérable, et que la résistance par frottement, proportionnelle à la simple vitesse, ne forme qu'une faible partie de la résistance totale.

35. — Les bâtiments qui ont servi à étudier la manière dont le coefficient de décroissance peut varier d'un type à l'autre sont les suivants :

1° Un chaland charbonnier en tôle, de la forme ordinaire, à couples carrés et à lignes d'eau composées de deux droites parallèles avec deux ogives à l'avant et à l'arrière ;

2° Le petit remorqueur la *Navette*, attaché au service de la Direction des Constructions navales, qui offre, à une échelle réduite, la forme habituelle des grands bâtiments à vapeur ;

3° Le transport-écurie le *Calvados*, qui présente, avec un maître couple assez arrondi, des extrémités bien affinées ;

4° La corvette rapide l'*Hirondelle*, dont les formes très-acculées, même dans la maîtresse partie, sont les plus aptes à résister au roulis que l'on puisse rencontrer sur un navire construit.

Les deux derniers navires étaient désarmés et tout-à-fait léges, et par suite les expériences, bien que concluantes pour juger de l'influence de la forme des carènes pour le tirant d'eau des essais, ne donnent pas exactement la valeur du coefficient N des bâtiments armés. Les carènes étaient salies par un long séjour au bassin, sauf pour la *Navette* qui, en raison de l'activité de son service, était assez propre.

Les données principales sont les suivantes pour les conditions des essais.

	Chaland charbonnier	Navette (1).	Calvados.	Hirondelle.
Tirant d'eau moyen......	0,76	1,595	4,055	3,14
Déplacement P en Tx....	86,944	66,42	1988	831
Valeur de $\rho - a$.........	0,95	0,61	1,77	1,32
Moment de stabilité $P(\rho - a)$	82,849	40,625	3511,66	1093,75
Durée des oscillations T_n.	2″6	2″	4″5	3″5

Il faut ajouter à ces quatre navires le chaland amphidrôme employé à mesurer l'effet des quilles latérales, puisqu'il a été, comme on a vu, expérimenté sans quilles.

Les courbes représentant $\Delta\varphi$ et en fonction de φ_m sont reproduites Pl. III et IV; elles donnent

NOMS DES BATIMENTS.	COEFFICIENTS DE L'ÉQUATION $\Delta\varphi = A + N\varphi_m^2$		$\Phi = \sqrt{\frac{\Theta}{N}}$	
	A	N	$\Theta = 8°75$	$\Theta = 17°45$
Chaland amphidrôme...	0,090	0,0154	23°,84	33°,66
Chaland charbonnier...	0,117	0,0121	26°,89	37°,98
Navette.............	0,061	0,0129	26°,04	36°,78
Calvados............	0,033	0,0165	23°,03	32°,52
Hirondelle...........	0,013	0,0207	20°,56	29°,03

(1) La *Navette* avait sur le pont 5,2 Tx de lest ce qui augmentait de 1/6e le moment d'inertie. La valeur de N est en temps ordinaire de 0,137 environ au lieu de 0,129.

D'après ce tableau, les couples carrés comme ceux du chaland charbonnier, bien que plus résistants, évidemment, que des couples ronds, ne suffisent pas pour donner au coefficient N une valeur convenable, si le bâtiment est sans finesse aux extrémités; c'est donc surtout dans les extrémités du bâtiment que se produit la résistance au roulis. L'exemple de l'*Hirondelle* montre l'influence des formes à la fois fines et acculées.

La comparaison entre les valeurs de N pour le chaland amphidrôme et la *Navette* d'une part, et pour le *Calvados* et l'*Hirondelle* d'autre part, permet de constater que le coefficient N dépend des formes et varie peu avec les dimensions absolues; c'est une vérification de la loi des résistances proportionnelles au carré de la vitesse.

Pour déduire des expériences quelques données générales, il faut analyser les circonstances dans lesquelles se produisent, les forces réciproques qui s'exercent, de la part de l'eau sur la carène et de la part de la carène sur l'eau.

36. — La résistance de l'eau dépend de deux causes distinctes; la carène repousse devant elle l'eau qu'elle rencontre en lui imprimant la vitesse dont elle est elle-même animée, ou du moins en ne lui laissant qu'une vitesse relative tangente à sa surface; en second lieu, l'eau exerce un frottement sur la carène en glissant ainsi tangentiellement sur elle. Il résulte de là que la résistance doit comprendre deux parties, l'une qui exprime l'effet de la rencontre, l'autre qui exprime celui du frottement. D'une manière générale, les conditions qui développent la résistance par rencontre diminuent le frottement, et réciproquement : ainsi, quand la vitesse relative est normale à la surface de contact, la résistance par rencontre est maxi-

mum, tandis que l'eau repoussée normalement ne garde aucune vitesse relative tangentielle et que le frottement s'annule; dans des tuyaux de conduite, la résistance par rencontre est nulle, sauf dans les coudes, toute la vitesse est tangentielle et le frottement atteint son maximum. Sur la carène du navire qui roule, il se produit à la fois rencontre et frottement (1); la loi d'extinction des roulis en eau calme trouvée par expérience nous montre que la résistance par rencontre est prépondérante.

Pour estimer et comparer les résistances par rencontre que doivent éprouver des navires de diverses sections transversales, on peut considérer soit les angles sous lesquels l'eau est rencontrée, soit la quantité d'eau que les carènes mettent en mouvement pendant leur oscillation. La première manière d'opérer donnerait des résultats exacts si, d'une part, la loi qui lie les résistances aux angles d'incidence était connue et si, d'autre part, on pouvait évaluer l'influence du mouvement imprimé à l'eau par une portion de la carène sur la résistance qui s'exerce sur une autre portion placée derrière la première : ces phénomènes d'hydrodynamique étant peu connus, il vaut mieux s'en tenir à la considération du volume de l'eau rencontrée, en remarquant d'ailleurs que les formes les plus résistantes en vertu de leurs angles de rencontre, sont celles qui s'écartent le plus de la forme d'un cylindre

(1) Les deux termes de la résistance sont désignés par les auteurs anglais par les noms de *keel resistance* et de *skin resistance* : ces noms sont très-expressifs, mais ceux de résistance par rencontre et de résistance par frottement sont plus exacts, car la surface tout entière, *skin*, produit une *keel resistance*, en même temps que la quille produit une certaine *skin resistance*.

et celles qui mettent par conséquent la plus grande masse d'eau en mouvement.

Si, de l'axe d'oscillation comme centre, on décrit, sur le plan vertical, des arcs de cercle enveloppant tous les couples d'un navire en leur étant tangents, et qu'ensuite on joigne par une ligne tous les points de tangence, on obtient sur la surface de la carène, une ligne à double courbure qui peut être considérée comme la génératrice d'une surface de révolution renfermant toute l'eau que la carène rencontre et repousse. Cette ligne peut assez bien servir à caractériser chaque carène au point de vue de la résistance. Pour une carène d'un volume donné, la résistance sera d'autant plus grande, que les rayons allant de l'axe d'oscillation aux divers points de la génératrice de l'eau rencontrée seront en moyenne plus grands et il pourrait y avoir quelque intérêt à dresser des tableaux de ces rayons. Soient r les différents rayons, soit dl leur écartement, et soit R_1 un certain coefficient égal à la résistance qui s'exercerait sur l'unité de surface d'une section passant par l'axe de rotation, en un point situé à l'unité de distance de l'axe, pour une vitesse angulaire égale à un; on peut exprimer la résistance par

$$\frac{1}{3} R_1 \sum r^3 \, dl \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2;$$

son moment M autour de l'axe d'oscillation est donné par l'équation

$$(98) \qquad M = \frac{1}{4} R_1 \sum r^4 \, dl \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2.$$

Le coefficient R_1 doit sans doute varier un peu d'un navire à l'autre.

Si l'on considère la forme habituelle de la génératrice de l'eau rencontrée, on voit que, dans toute la maîtresse partie, cette ligne se confond sensiblement avec la flottaison même, car en général le fort est à la flottaison, la demi-largeur est plus grande que le tirant d'eau, l'axe d'oscillation est un peu au-dessous de la flottaison. Aux deux extrémités, avant et arrière, la génératrice enveloppe se confond au contraire avec le dessous de la quille. Entre ces trois parties, dans lesquelles les valeurs de r ne sont autres que les ordonnées de y de la flottaison ou le tirant d'eau p, il y a des portions de raccordement où la valeur de r ne doit être que légèrement supérieure à la plus grande des deux longueurs y ou p : on peut donc remplacer

$$\sum \mathrm{r}^4\,dl \quad \text{par} \quad \sum y^4\,dl + p^4 \sum dl,$$

chacune des deux dernières sommes étant prise pour une certaine fraction, l_1, l_2, de la longueur l; cela donne

$$(98') \quad \mathrm{M} = \frac{1}{4}\,\mathrm{R}_1 \left\{ \sum y^4\,dl + p^4 \sum dl \right\} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2.$$

Pour obtenir une équation où il n'entre que des quantités connues, il faut d'abord supposer que, dans la partie où la génératrice de l'eau rencontrée suit la flottaison, y diffère peu de la moitié de la largeur m du navire, et poser

$$(99) \qquad \mathrm{M} = \frac{1}{4}\,\mathrm{R}_1 \left\{ \frac{m^4}{16}\,l_1 + p^4\,l_2 \right\} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

avec la condition

$$l_1 + l_2 = l,$$

et enfin, en supposant que le rapport de l_1 à l_2 est à peu près constant pour tous les navires, écrire

$$(100) \qquad M_1 = k_1\, l\, m^4 + k\, l\, p^4.$$

et prendre toujours pour valeur de M

$$M = M_1 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2.$$

L'équation (100) donne la division du moment de résistance de la carène en deux termes représentant l'influence de la largeur et du tirant d'eau : elle permet d'étudier l'importance particulière de chacune des deux dimensions transversales; il faut, pour cela, obtenir la valeur de chacun des deux coefficients k et k_1, à l'aide de deux expériences de décroissance de roulis en eau calme donnant deux valeurs particulières de M_1 pour deux navires sur lesquels le rapport entre m et p serait très-différent.

Les navires sur lesquels les expériences actuelles ont été exécutées conviennent assez mal, car les deux seuls grands bâtiments, le *Calvados* et l'*Hirondelle* ont justement le même rapport entre la largeur et le tirant d'eau. En prenant le chaland amphidrôme et la *Navette*, on trouve

	M_1	k_1	k
Navette...	9,00	0,000827	0,0405
Chaland...	47,43		

mais, en calculant ensuite M_1 à l'aide de ces valeurs de k_1 et de k on ne retrouve point pour les autres bâtiments les

nombres résultant de l'expérience : on peut conclure seulement que, dans les navires soumis aux expériences, d'après ces valeurs de k_1 et de k et les rapports qui existent entre m et p, le produit $k_1 m^4$ est supérieur à $k p^4$ et que la largeur a par suite le rôle principal : ce dernier point ressortira plus clairement du calcul suivant.

Si l'on considère les deux rapports

$$\frac{M_1}{l\,p^4} \text{ et } \frac{M_1}{l\,m^4},$$

ces rapports doivent révéler, par la manière plus ou moins régulière dont ils varient d'un navire à l'autre, l'importance relative des deux termes de M_1 dans l'équation (100), le rapport devant être plus constant pour la dimension qui fournit le terme le plus considérable. Or, d'après les valeurs de N données plus haut, nous avons le tableau suivant :

NOMS DES BATIMENTS.	M_1	$\frac{m}{l}$	$\frac{M_1}{l\,p^4}$	$\frac{M_1}{l\,m^4}$
Chaland charbonnier.....	29,51	6,58	3,161	0,0017
Chaland amphidrôme....	47,43	3,30	0,140	0,0019
Navette................	9,13	2,38	0,067	0,0021
Calvados...............	14,90	3,09	0,236	0,0023
Hirondelle.............	12,07	2,94	0,163	0,0022
Moyenne................				0,0020

La valeur de $\frac{M_1}{l\,m^4}$ varie beaucoup moins que celle de $\frac{M_1}{l\,p^4}$,

et, même lorsqu'on laisse de côté le chaland charbonnier qui n'a pas les formes d'un navire, on la trouve assez constante pour servir au besoin à évaluer *a priori* le moment de résistance des navires d'une forme ordinaire en fonction de leur longueur et de leur largeur.

37. — Pour se rendre compte de la valeur absolue du moment de résistance des carènes, on peut le comparer à celui d'un plan identique à la flottaison oscillant dans le liquide (1).

(1) Dans le Mémoire de M. Froude « *On the influence of resistance* » il est établi une différence entre la résistance proprement dite, *skin resistance* et *keel resistance*, d'une part, et une autre cause de diminution des roulis, que l'auteur nomme *wave making power*, qui aurait dans cette diminution la part principale. C'est sur le *wave making power* que M. Froude porte ses investigations ; il en évalue la valeur d'après certaines lois qu'il admet pour la formation des vagues soulevées à babord et à tribord par le navire en mouvement. Quelques éclaircissements sur la cause du *wave making power* seraient utiles ; il est certain que la résistance est *wave making*, telle que je la comprends ; ou plutôt, la force qui produit les ondes autour du navire et la force qui diminue les roulis, sont une *action* et une *réaction* ; c'est d'une part la résistance éprouvée par le navire contre l'eau, et d'autre part la résistance éprouvée par l'eau contre le navire. De ces deux forces égales qui produisent, à peu de chose près, le même travail mécanique, laquelle est la plus facile à déduire de l'expérience ? C'est évidemment la résistance éprouvée par la carène, l'autre est impossible à évaluer.

M. Froude admet, il est vrai, et c'est même la base de son raisonnement, que le navire, en oscillant, fait naître sur babord et sur tribord deux houles régulières soumises aux lois mathématiques des ondes houleuses : la longueur des ondes ne dépendrait ainsi que de la durée des oscillations; la hauteur serait alors déterminée par le volume des ondes qui doit être égal à

Dans l'équation (98) remplaçons les rayons r par les ordonnées y de la flottaison; calculons pour nos cinq navires les quantités

$$\frac{\sum y^4\, dl}{4} = Q \quad \text{et} \quad \frac{M_1}{Q} = R_1;$$

nous obtenons le tableau suivant :

NOMS DES BATIMENTS.	Q	R_1
Chaland charbonnier....	182,6	0,17
Chaland amphidrôme...	326,0	0,15
Navette................	41,6	0,23
Calvados...............	20,57	0,22
Hirondelle.............	4,198	0.29
Moyenne......................		0,21

R_1 est le coefficient de résistance par mètre carré de la flottaison. Si cette surface frappait l'eau normalement

celui de l'eau rencontrée et repoussée par la carène, ce qui fournirait les éléments du *wave making power*. Le travail résistant se trouverait déterminé par des considérations de pure cinématique, sans qu'il soit tenu compte des forces en jeu.

Rien ne prouve que les ondes produites doivent être autre chose que des ondes solitaires d'un volume bien déterminé mais d'une longueur et d'une vitesse inconnues : ces ondes sont peut-être accompagnées d'un petit mouvement ondulatoire régulier formant une houle, mais la houle ne pourrait devenir pré-

le coefficient de résistance R_1 de la formule

$$(101) \qquad R = R_1 S V^2,$$

qui exprime la résultante de la pression sur une face et de la dépression sur l'autre, serait égal à 50^k environ. Pendant le roulis, si le plan qui rencontre l'eau formait le fond d'un chaland à parois verticales oscillant dans l'eau autour de l'axe de ce plan, il y aurait pression à chaque instant sur une moitié de la surface seulement et dépression sur l'autre moitié ; le coefficient R_1 serait donc de 25^k, si l'on pouvait appliquer la loi de la résistance à la progression ; ici, comme nous avons calculé $\Sigma y^4 dl$ pour la moitié de la surface, il faudrait continuer à faire $R_1 = 50^k$. Dans nos expériences le coefficient de résistance obtenu, $R_1 = 0,22$, est 0,0044 seulement de celui du plan normal à l'eau. Les formes de la carène diminuent ainsi la résistance au roulis, par rapport au terme de comparaison que nous avons pris, dans une proportion vingt fois plus forte que la résistance à la progression, par rapport à celle qu'éprouverait le maître couple; le coefficient de résistance à la marche, pour les frégates cuirassées, est en effet, d'après la mesure du ralentissement faite sur la *Flandre*, de $4^k,4$.

Cette faible valeur de R_1 tient à ce qu'il n'y a de réel-

dominante que dans le cas tout particulier où son mouvement, tel qu'il résulterait des déplacements géométriques, se trouverait précisément capable d'absorber tout le travail imprimé par la carène à l'eau. Si ce dernier cas venait à se présenter, les expériences ne réaliseraient plus du tout les conditions qui se présentent en mer, où la carène se retrouve sans cesse entourée d'une nouvelle masse d'eau qui est immobile.

lement rencontrée que l'eau comprise entre la circonférence inscrite et la circonférence circonscrite à chaque couple et que cette eau est frappée sous de petits angles.

Si nous calculons le coefficient de résistance qui convient pour exprimer l'effet des quilles latérales employées sur le chaland, nous trouvons des valeurs de R_1 également très-faibles, et cette fois réellement inattendues. Les deux quilles B présentaient une surface *s* de $5^{mq},6$ agissant à l'extrémité d'un bras de levier d'environ $1^{m},85$; elles ont donné un accroissement de moment de résistance ΔM_1 égal à 17,50 ; l'équation

$$\Delta M_1 = R_1 \, s \, d^3$$

fournit, par suite, pour les quilles

$$R_1 = 0,49.$$

Les deux quilles C, de même surface que les précédentes, agissant à $2^{m},55$ de distance de l'axe d'oscillation ont donné un ΔM_1 de 25,36, ce qui indique une valeur encore plus faible de R_1

$$R_1 = 0,39.$$

Ces faibles valeurs de R_1 trouvées pour les quilles font bien ressortir l'influence des diverses parties de la carène les unes sur les autres : il est clair que les quilles B placées beaucoup trop près du centre, travaillaient dans de l'eau comprise entièrement dans la surface de révolution décrite par la carène et par suite déjà mise en mouvement. Pour les quilles C, qui semblent mieux placées que les quilles B, il est probable que la faible valeur de R_1 est due à la présence des quilles B qui agitaient une partie de l'eau où travaillaient les premières : si les quilles

B n'avaient pas existé, les quilles C auraient donné sans doute la même augmentation de M_1 qui résulte de l'effet des quatre quilles, et l'on aurait eu

$$\Delta M_1 = 25,36 + 17,50 = 42,86$$

$$R_1 = 0,79.$$

Il résulte de là que le choix de l'emplacement des quilles de résistance contre le roulis est très-important, qu'il faut leur donner une grande hauteur parce que les parties un peu éloignées de la carène sont les seules qui puissent travailler efficacement, et qu'on gagnerait peu de chose à multiplier leur nombre.

Il est à remarquer aussi que la résistance doit dépendre non-seulement de la vitesse relative, mais encore de ses dérivées par rapport au temps, puisque l'inertie de l'eau entraînée, qui entre en jeu, est fonction de l'accélération angulaire.

Enfin, les faibles valeurs de R_1 trouvées dans les expériences, tant pour les quilles du chaland que pour l'ensemble des carènes, s'expliquent encore par une circonstance particulière aux essais en eau calme et digne de fixer l'attention. Le navire, en oscillant, soulève à babord et à tribord une série d'ondulations ; c'est à produire ces ondulations que se consomme dans le liquide, tout le travail de la résistance, tant par rencontre que par frottement, sauf une petite portion dépensée dans des tourbillons et transformée en chaleur : or ce mouvement du liquide peut devenir, pour certaine partie, une oscillation régulière et continue, l'inertie du liquide entre en jeu, le mouvement oscillatoire tend à se perpétuer en chaque point et par conséquent aussi autour de la carène. Dès lors, la vitesse relative du navire et de l'eau se trouve

amoindrie. La mesure de la résistance au roulis déduite de la décroissance des mouvements en eau calme, est ainsi entachée d'une cause d'erreur qui se retrouve dans la mesure de la résistance à la propulsion par l'observation du ralentissement après stoppage : dans ce dernier cas, le navire entraîne au début une masse d'eau qui participe à sa vitesse et qui, s'arrêtant peu à peu, diminue par son inertie la résistance à laquelle le navire est soumis.

Les ondes produites par les oscillations en eau calme pourraient contrarier singulièrement le mouvement du navire, si elles faisaient retour après avoir été réfléchies par un quai : il est donc important, pour les expériences, d'opérer au milieu d'un bassin de grande étendue.

38. — Les expériences précédentes établissent la marche à suivre pour obtenir une réduction sur l'amplitude maximum des roulis. Elles sont loin sans doute d'être assez complètes pour fixer sur le degré exact d'efficacité de chacun des moyens auxquels on peut recourir ; mais elles permettent de s'appuyer sur des règles générales, et même sur des données numériques approximatives qu'il ne reste plus qu'à contrôler et à rectifier.

Pour réduire le roulis maximum, il faut augmenter le moment de résistance de carène M_1, ou bien diminuer le moment d'inertie $\Sigma m r^2$ du bâtiment.

Le moment de résistance peut être accru, soit par l'addition de quilles latérales, soit par la modification générale des formes.

Les quilles latérales donnent le moyen le plus commode et le plus sûr de diminuer les roulis, et celui qui présente en même temps le moins d'inconvénients à d'autres égards : il ne reste à discuter que la mesure dans laquelle il faut les appliquer et les dispositions nécessaires pour assurer

à leur action l'énergie convenable. L'emplacement le plus favorable pour les quilles de maintenue suit la direction de la génératrice enveloppe de l'eau rencontrée, ligne qui peut être déterminée avec une exactitude suffisante en supposant que l'axe d'oscillation est au-dessous du centre de gravité, au quart de la distance entre ce centre et le centre de carène. La meilleure position étant ainsi déterminée pour deux quilles, il convient de leur donner assez de hauteur pour qu'elles soient suffisantes à elles seules : de nouvelles quilles, en effet, seraient nécessairement abritées dans leur mouvement par les premières et même en partie par la portion de carène qui les avoisine d'un côté. La quille centrale est loin d'être dans une position favorable pour faire résistance, surtout si les fonds sont plats, et elle ne produit un grand effet qu'aux deux extrémités avant et arrière du navire : cela explique le peu d'efficacité des fausses quilles très-élevées rapportées sur certains transports.

D'après les expériences du chaland, en admettant que, dans les roulis exécutés avec quatre quilles, l'effet des quilles B était à peu près annulé et que les quilles C elles-mêmes n'avaient pas la meilleure position possible, on peut conclure que, pour réduire d'un quart l'amplitude maximum du roulis, il faut deux quilles latérales bien placées, présentant chacune environ le dixième de la surface du plan longitudinal ou le vingtième de la surface de la flottaison. Ces grandes proportions sont indispensables si l'on veut avoir des résultats justifiant l'adoption d'une installation particulière : les quilles latérales essayées jusqu'ici sur divers bâtiments étaient tout-à-fait insuffisantes.

Les quilles latérales ne doivent augmenter que très-légèrement le poids de coque, et elles peuvent même avoir

un déplacement égal à leur poids. Leur construction, très-facile sur les petits navires, présente de sérieuses difficultés pour les grands bâtiments, en raison de la hauteur qu'elles doivent atteindre : la meilleure disposition paraît être de les construire en métal en leur donnant la forme d'un V aigu ; la pointe serait tournée vers l'extérieur et pourrait se terminer par des cornières ou par un boudin saillant qui augmenteraient la résistance. Le problème le plus délicat est la recherche de la position suivant laquelle les quilles de résistance nuisent le moins à la marche (1) : il faut que leurs surfaces soient normales au plan du maître couple, afin de ne résister à la propulsion que par frottement et non par rencontre ; il faut surtout qu'elles suivent exactement sur la carène la direction d'un filet d'eau, sinon elles modifient la forme naturelle des filets, d'où une augmentation de pression sur la carène (2) : on est donc conduit à s'écarter de la génératrice enveloppe de l'eau

(1) M. Froude a constaté, par une expérience dont il a bien voulu me communiquer les résultats encore inédits, que, en plaçant sur un navire de 54^{m} de longueur et de 9^{m},50 de largeur deux quilles latérales de 33^{m} de long sur 1^{m},10 de haut, la résistance à la propulsion mesurée au dynamomètre a été augmentée de 0,01 seulement de sa valeur.

Sur les grands *troopships* anglais, de 110^{m} de long et 15^{m} de large, une diminution a été constatée dans le roulis après l'addition de quilles latérales de 0^{m},80 de haut ; on parle de doubler cette hauteur à l'avenir.

(2) Si, au-delà d'une certaine limite, on continue à augmenter la hauteur de quille, on n'augmentera point à proportion la résistance à la marche, car la déviation des filets sur la quille est déjà produite et ne doit plus changer. On n'ajoute que la résistance propre à la portion de quille ajoutée. C'est un motif de plus pour augmenter la hauteur des quilles plutôt que leur nombre.

rencontrée. M. le commandant Mottez a exposé dans son *Examen pratique de questions de théorie*, p. 7 et 8, un moyen de tracer expérimentalement la forme des quilles latérales. Dans l'état actuel des connaissances sur la trajectoire des molécules liquides le long de la carène, on ne saurait sans danger prolonger les quilles latérales au-delà de la moitié ou des deux tiers de la longueur du navire dans la maîtresse partie.

Il peut se faire qu'il y ait lieu, afin de ne pas trop s'écarter de la génératrice de rencontre avec l'eau, de tronçonner les quilles dans leur longueur en plusieurs parties.

La résistance obtenue à l'aide de quilles latérales étant appliquée dans la maîtresse partie, près du centre de gravité, elle a l'avantage de ne pas produire d'embardées pendant le roulis; elle peut au contraire servir à modérer les nutations dues à la résistance de l'arrière du navire.

Les quilles latérales ne permettent pas d'augmenter la résistance de la carène au-delà d'une mesure restreinte, ou du moins, pour dépasser une certaine puissance, elles deviendraient une partie de la coque dont elles modifieraient la forme générale, bien plutôt qu'un simple appendice rapporté après coup. Il faut donc, si l'on veut réduire les roulis dans une très-grande proportion, adopter pour les formes du navire, des dispositions particulières assurant par elle-même un bon maintien dans l'eau et permettant d'augmenter le bras de levier à l'extrémité duquel travaillent les quilles latérales. Il semble, à première vue, que ce moyen, qui porte sur tout l'ensemble de la construction, est susceptible d'une efficacité complète et que les quilles ne sont qu'un simple expédient; il n'y a pas en effet d'obstacle absolu empêchant d'adopter des sections transversales bien plus résistantes que celles en usage, l'emploi du fer dans les constructions permet-

tant d'ailleurs d'innover beaucoup sous le rapport des formes. Mais, si l'on tient compte de toutes les conditions à remplir dans le plan d'un bon navire, on reconnaît bien vite que l'on ne saurait sacrifier beaucoup à la résistance au roulis, à cause des défauts où l'on tomberait à d'autres égards; ainsi, pour ne tenir compte que d'une considération très-élémentaire, la forme cylindrique, la plus défavorable de toutes au point de vue du roulis, possède la propriété importante de donner le maximum de déplacement pour une surface et par conséquent pour un poids de coque donné; il importe aussi, tant que l'on ne connaîtra pas la direction des filets liquides à l'avant et à l'arrière du navire, de n'adopter, en dehors des quilles que l'on arrête où l'on veut, que des surfaces conduisant pour les extrémités à des courbures douces et à des formes simples. Dans les limites où l'on est ainsi renfermé, l'étude générale des formes donne probablement des ressources plutôt inférieures que supérieures à l'emploi des quilles latérales; mais elle reste néanmoins digne d'intérêt, puisque les expériences faites sur la *Navette*, le *Calvados*, l'*Hirondelle*, font penser que l'on peut, sans quilles latérales, faire varier d'un quart ou d'un cinquième le roulis théorique maximum.

La combinaison des deux moyens permettrait seule d'obtenir des navires se distinguant d'une manière frappante par la faiblesse de leur roulis maximum.

Les expériences font voir l'infériorité des formes pleines et partout convexes, comme celles du chaland charbonnier, alors même qu'il y a un angle vif au raccordement des murailles verticales avec le fond, et l'avantage des formes très-fines comme celles de l'*Hirondelle*; mais elles ne permettent pas de poser des règles détaillées. Il est nécessaire, pour l'étude des formes de carène, de bien

se pénétrer de la nature du mouvement relatif de la coque par rapport à l'eau immobile en certains points, entraînée dans d'autres : il faut voir en chaque point l'angle d'incidence à peu près indiqué par la forme du couple : il faut tenir compte de la distance à l'axe d'oscillation qui intervient à la quatrième puissance : il faut enfin distinguer la région où réside toute la résistance et celle qui ne travaille que dans le remous, la forme de la première est capitale, celle de la seconde presqu'indifférente.

Deux points sont à considérer séparément, la forme des profils adoptés et le rapport entre la largeur et le tirant d'eau. Au nombre des profils les plus avantageux contre le roulis, se trouvent ceux qui sont les plus propres à combattre la dérive; aussi, sur la flotte à voiles, la forme de la carène ajoutant son effet à l'appui de la voilure dans l'air (1), on obtenait des qualités nautiques

(1) La voilure agit sur le roulis non-seulement par sa résistance dans l'air et par l'influence de l'inclinaison du navire sur la pression du vent, mais encore par une cause que la connaissance intime de la houle peut seule révéler.

La stabilité est plus faible sur les sommets des vagues que dans les creux ; par suite la bande produite par un vent constant varie de la crête au creux, d'une certaine quantité qui, pour une bande de 12° et des houles 8° à 16° d'inclinaison, atteint 0,2 environ de l'inclinaison de la houle, comme on peut le calculer facilement ; à cet effet s'en ajoute un beaucoup moindre produit par l'abri des vagues. Ces variations de bande, qui se reproduisent périodiquement, équivalent à l'effet d'une houle dont les points d'inflexion coïncideraient avec les creux et les sommets des vagues et dont les creux et les sommets coïncideraient avec les points d'inflexion des vagues : cette houle virtuelle contrarie dans une certaine mesure l'effet de la houle véritable.

excellentes dont le souvenir est resté vivant. Au point de vue des dimensions transversales, il s'agit surtout d'atteindre la plus grande distance possible à l'axe d'oscillation ; il y a, par suite, intérêt à diminuer le rapport du déplacement de la carène au volume du parallélipipède circonscrit, ce qui est confirmé par la grande valeur du coefficient de décroissance N de l'*Hirondelle*. Le moment de résistance, quand les dimensions principales augmentent, croît cependant moins vite que la quatrième puissance des dimensions transversales, car, sur le tableau des valeurs de $\frac{M_1}{l p^4}$ et de $\frac{M_1}{l m^4}$, ces rapports sont tous deux moindres pour l'*Hirondelle* que pour le *Calvados*, bien que N soit plus grand sur l'*Hirondelle*.

D'après les expériences, la largeur fournit le terme le plus important du moment total de résistance M_1 : ce résultat est facile à expliquer. La demi-largeur est plus grande que le tirant d'eau ; la portion que l'on peut ajouter à la surface de flottaison travaille donc hors du volume d'eau agité et, de plus, agit à l'extrémité d'un bras de levier plus grand, que la surface dont on pourrait accroître le plan longitudinal immergé : il n'y a d'exception que pour quelques types peu répandus, tels que les yachts à voiles, munis d'un plan de dérive extraordinairement élevé.

D'un autre côté, la largeur des navires est renfermée dans les limites strictement déterminées par les conditions de stabilité ; le tirant d'eau est la seule dimension transversale sur laquelle on puisse agir avec assez de liberté pour accroître sensiblement la résistance : de là, les bonnes qualités attachées en général aux grands tirants d'eau, mais il faut admettre que presque toute l'augmentation de résistance obtenue par le tirant d'eau, provient des deux extrémités avant et arrière des carènes.

39. — L'étude de l'influence des formes sur le roulis serait incomplète si l'on passait sous silence une considération particulière, en vertu de laquelle il n'est point indifférent que la résistance de la carène soit produite, à valeur égale du moment M_1 en eau calme, par des surfaces verticales ou par des surfaces horizontales, c'est-à-dire qu'elle provienne de la largeur ou du tirant d'eau.

Considérons la déformation continuelle qui consiste dans la variation de l'angle $\theta - \theta'$ des couches horizontales avec les couches verticales. Le navire, en ne participant pas à cette déformation, la contrarie dans les couches d'eau qui l'entourent : il se produit par suite, sur la carène, une pression hydrodynamique que l'on peut qualifier de *résistance active* parce qu'elle poursuit le navire, même à l'état d'équilibre relatif sur les vagues. Il s'agit d'analyser le rôle de cette force et d'évaluer son importance par le calcul, à défaut de données expérimentales qu'il ne parait guère possible d'obtenir sur ce point.

Un flotteur qui suivrait le mouvement de la normale à la houle sans aucun roulis relatif serait rencontré par les couches verticales de la houle avec la vitesse angulaire (1)

$$\frac{d(\theta - \theta')}{dt},$$

tandis qu'il resterait immobile par rapport aux couches horizontales.

Considérons de nouveau, au lieu du navire, le flotteur imaginaire dont la surface de carène se composerait d'un plan vertical d'une surface égale à lp et d'un plan horizontal

(1) Voir *Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis*, p. 22 à la note.

zontal égal à lm, et dont le moment de résistance en eau calme serait par suite

$$(100) \qquad M_1 = k\,l\,p^4 + k_1\,l\,m^4,$$

k et k_1 étant deux coefficients différents l'un de l'autre et tels que M_1 soit le moment de résistance du navire réel : le plan vertical est seul soumis à la résistance active par rencontre, le plan horizontal ne subit qu'une résistance active, par frottement, tout-à-fait négligeable.

Le moment de la résistance active serait sur ce flotteur

$$(102) \qquad k\,l\,p^4 \left(\frac{d\,(\theta - \theta')}{dt}\right)^2,$$

si l'oscillation relative par rapport aux couches verticales s'exécutait, comme le roulis relatif, autour d'un axe voisin de la flottaison. Mais cette oscillation s'exécute autour de la ligne du navire qui suit exactement le même mouvement que les molécules d'eau dont elle occuperait la place dans la houle si le roulis relatif n'existait pas : cette ligne elle-même n'est autre que l'axe du roulis de vagues, dont la résistance active détermine la position qui, sans cette résistance, serait au centre de gravité du flotteur (1).

Soit maintenant z la distance réelle de l'axe dont il

(1) En réalité, le centre de gravité du navire tend à suivre un mouvement analogue à celui du centre du volume de l'eau déplacée ; en même temps, le centre de carène tend, d'après le roulis de vagues, à se placer sans cesse sur la normale à la houle passant par le centre de gravité du navire. Il se produit ainsi un petit mouvement relatif de translation très-complexe du navire par rapport à l'eau, dont il est fait abstraction dans

s'agit, à la flottaison; le moment de la résistance active peut se représenter par

$$M_a = R_1 \, l \left\{ z^4 + (p - z)^4 \right\} \left\{ \frac{d(\theta - \theta')}{dt} \right\}^2.$$

La valeur de z est déterminée par des équations semblables à (88) et (89). Le navire doit être assimilé, cette fois, à un plan vertical et non plus à un intermédiaire entre un plan vertical et un plan horizontal; le centre de gravité étant à la flottaison, z varie entre zéro et la moitié de p, au lieu de varier entre zéro et le quart de p. A l'instant où la résistance atteint son maximum, le facteur $z^4 + (p - z)^4$ est égal au huitième de p^4 pour la résistance active, tandis qu'il était le tiers de p^4 pour la résistance passive. Ayant représenté par

$$k \, l \, p^4 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

le moment de la partie de la résistance passive assimilée à la résistance d'un plan vertical, il faut représenter par

$$M_a = \frac{3}{8} k \, l \, p^4 \left\{ \frac{d(\theta - \theta')}{dt} \right\}^2$$

le moment de la résistance active, pour conserver au coefficient k la même valeur et la même signification.

Le moment de la résistance totale, tant passive qu'active, est donc

$$M_1 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \pm \frac{3}{8} \, k \, l \, p^4 \left\{ \frac{d(\theta - \theta')}{dt} \right\}^2$$

le signe + devant être choisi quand le roulis relatif φ s'exécute en tournant dans le même sens que la nor-

ces calculs sur la résistance du liquide, et qui ne pourrait être étudié qu'à l'occasion des corrections à faire pour passer du roulis du petit flotteur à celui du navire.

male à la houle, et le signe — quand il s'exécute en sens inverse.

La valeur de M_1 est donnée par l'expérience de roulis en eau calme. La valeur de k n'est pas encore connue.

Si l'on attribuait à k et k_1 les valeurs indiquées par le tableau de la page 35, en supposant en même temps m égal à $2{,}5\,p$, on trouverait que le $k\,l\,p^4$ est à peu près les cinq neuvièmes de M_1. Par suite, si l'on pose

$$\frac{3}{8}\,k\,l\,p^4 = \beta\,M_1,$$

on aurait à peu près β égal à un cinquième. Il est probable que $k\,l\,p^4$ et k restent au dessous de ces valeurs.

L'angle $\theta - \theta'$ peut être déduit des équations (13) et (15); on trouve

$$\text{tang}\,(\theta - \theta') = \frac{\text{tang}\,\theta - \text{tang}\,\theta'}{1 + \text{tang}\,\theta\,\text{tang}\,\theta'} = \frac{r^2\,\varepsilon^4 - g^2}{2\,g\,r\,\varepsilon^2\,\sin\varepsilon t}$$

les valeurs extrêmes de $\theta - \theta'$ correspondent à $\sin \varepsilon t = 1$. On a, à ces instants,

$$\text{tang}\,\Theta = \frac{r\varepsilon^2}{g}, \quad \text{tang}\,\Theta' = \frac{g}{r\varepsilon^2}, \quad \text{tang}\,\Theta\,\text{tang}\,\Theta' = 1;$$

on tire, de là, la relation

$$\Theta' = \frac{\pi}{2} - \Theta, \quad \text{ou} \quad \Theta - \left(\frac{\pi}{2} - \Theta'\right) = 2\,\Theta.$$

L'angle total décrit par les couches verticales de chaque côté de la normale à la houle, pendant le passage d'une demi-vague, d'un point d'inflexion à l'autre, est donc égal à $2\,\Theta$. Par conséquent, de même que la résis-

tance passive produit à elle seule, pour un roulis relatif égale à φ_m, une diminution de roulis égale à

$$\frac{4}{3} \frac{M_1}{\sum m r^2} \varphi_m^2,$$

de même, la résistance active, si elle agissait seule, produirait dans la valeur de l'angle φ_m, en vertu d'une inclinaison Θ des vagues, une variation en plus ou en moins égale à

$$\frac{4}{3} \beta \frac{M_1}{\sum m r^2} (2\Theta)^2.$$

La variation de roulis totale résultant des pressions hydrodynamiques de l'eau, en posant toujours

$$\frac{4}{3} \frac{M_1}{\sum m r^2} = N$$

et N étant connu, est donc, si l'on tient compte de la résistance active,

(108) $$\Delta\varphi = N \left\{ \varphi_m^2 \pm 4 \beta \Theta^2 \right\}.$$

pendant le passage d'une vague synchrône.

40. — Le roulis maximum suppose nécessairement les conditions dans lesquelles la stabilité, agissant seule, produirait une série d'oscillations croissantes. Il faut donc, pour discuter l'équation (108), se reporter à l'étude des conditions qui rendent les roulis croissants ou décroissants.

Quand on se borne à considérer le travail produit approximativement par le couple de stabilité, dans les oscillations synchrones avec les vagues, on trouve, selon que la position d'équilibre du navire sur la houle est atteinte aux sommets des vagues ou aux points d'inflexion et selon le sens des rotations, quatre cas principaux distincts.

1° Si la normale à la surface des vagues et le flotteur tournent dans le même sens pendant les rappels et en sens inverse pendant les abattées, Pl. II. fig. 5, les roulis relatifs vont en croissant de quantités égales à Θ pour chaque roulis.

2° Si la normale et le flotteur tournent en sens inverse pendant les rappels et dans le même sens pendant les abattées, fig. 6, les roulis vont en décroissant de quantités égales à Θ.

3° Si la normale et le flotteur tournent constamment dans le même sens, fig. 7, l'angle φ_m ne change pas, le travail étant le même pendant les rappels et pendant les abattées.

4° Si la normale et le flotteur tournent toujours dans le même sens, fig. 8, les roulis doivent être également constants (1).

Si l'on tient compte de la résistance passive, le premier cas est celui qui conduit au roulis maximum comme effet permanent, le second est un cas de décroissance rapide dans lequel les roulis diminuent à raison de $\Theta + N\varphi_m^2$, par oscillation, les deux derniers deviennent des cas de roulis décroissants dans lesquels la raison de la décroissance est seulement $N\varphi_m^2$. Le navire ramené par la résistance à l'état de repos relatif s'y trouve dans une sorte

(1) Voir *Notes sur la théorie et l'obs.*, p. 24.

d'équilibre instable; les trois dernières sortes d'oscillations ne peuvent tendre à se produire d'elles-mêmes puisqu'elles seraient immédiatement anéanties, mais rien n'empêche la reproduction des séries croissantes du premier cas qui ramènent au roulis maximum ; on peut se représenter l'état d'équilibre du flotteur par celui d'une pyramide quadrangulaire debout sur sa pointe et accorée sur trois faces, la moindre secousse la fait infailliblement tomber du quatrième côté.

Si maintenant on tient compte de la résistance active, on voit que, dans les deux premiers cas, fig. 5 et 6, le travail de cette force est de signe contraire pour les rappels et pour les abattées et produit, par suite, sur la valeur de $\Delta\varphi$, des effets contraires qui se neutralisent : les plus grandes valeurs de la décroissance, ainsi que l'amplitude du roulis maximum sont les mêmes que si l'on considérait seulement la résistance passive. Pour le troisième cas, fig. 7, le signe + doit être constamment pris dans l'équation (108); la décroissance des roulis se trouve ainsi augmentée, elle devient égale à

$$N(\varphi_m^2 + 4\beta\Theta^2).$$

Dans le quatrième cas, fig. 8, il y a toujours décroissance des roulis si l'amplitude φ_m est un peu considérable à l'état initial, mais la résistance active est sans cesse favorable à la production du mouvement; la raison du décroissement est seulement

$$N(\varphi_m^2 - 4\beta\Theta^2),$$

et les oscillations atteignent une valeur permanente pour

$$(109) \qquad \varphi_m = 2\Theta\sqrt{\beta}.$$

Ce mouvement d'oscillation, dans lequel les oscillations sont très-faibles, présente cette particularité que c'est celui que le navire tend à prendre en vertu d'accroissements successifs

$$(110) \qquad N\,(4\,\beta\,\Theta^2 - \varphi_m^{\,2})$$

lorsqu'à l'état initial il est sans aucun roulis relatif. Plus la carène offre de prise à la résistance active, plus il y aura de tendance vers cette série de petits roulis; pour continuer l'image de tout-à-l'heure, la pyramide quadrangulaire penche légèrement sur l'une des trois faces accorées. Ainsi l'augmentation de surface verticale résistante, qui ne diminue pas à la vérité l'amplitude du roulis maximum autrement que par l'augmentation de N, jouit, en dehors de cette augmentation, de la propriété particulière de rendre les grands roulis plus rares, et de faire naître entre les séries de grandes oscillations des séries intermédiaires de faible amplitude (1).

41. — La seconde donnée qui détermine l'amplitude

(1) De même que les mouvements absolus des molécules, et surtout l'oscillation horizontale d'où résulte le balancement continuel des couches verticales, ont une influence sur le roulis du navire dont l'eau frappe ainsi la carène avec sa vitesse propre, de même le navire, par sa présence et son mouvement propre, contrarie et détruit en grande partie le mouvement des molécules que sa carène rencontre. L'influence de la carène sur le mouvement de l'eau se fait sans doute sentir à des profondeurs plus grandes que le tirant d'eau ; elle produit, au vent des navires à la cape, ce calme relatif qui les protège contre les coups de mer, comme l'a expliqué M. le capitaine de vaisseau Mottez, lorsque la cape est bien prise, c'est-à-dire que le navire va en dérive sans avancer ni culer, et si le tirant d'eau est un peu grand.

du roulis maximum Φ est la position des poids à bord ; mais, avant d'étudier l'influence du moment d'inertie $\Sigma\, m\, r^2$, il faut remarquer que la distribution des poids a une influence sur le dénominateur même de la valeur de Φ, sur le moment M_1 de la résistance de la carène.

La position de l'axe d'oscillation dépend, en effet, de celle du centre de gravité; en élevant les poids, on élève l'axe et on augmente le moment de résistance. La quantité dont M_1 peut être ainsi accru est assez faible, si l'on opère sur un navire construit et armé. Ainsi, sur la frégate cuirassée la *Normandie*, on n'est parvenu en 1864 qu'à élever de $0^m,22$ le centre de gravité : le moment de résistance M_1 se trouvait augmenté par là, dans un rapport moindre que si la demi-largeur et le tirant d'eau eussent été l'un et l'autre augmentés de 0,11, sans que la position de l'axe d'oscillation eût changé, c'est-à-dire dans un rapport moindre que

$$\left(\frac{8+0{,}11}{8}\right)^2 = 1{,}06;$$

ce n'est point là ce qui a modifié le roulis.

S'il s'agit de préparer un projet de navire, on peut disposer les poids de manière à faire remonter le centre de gravité dans une proportion au moins triple de la précédente et arriver à réaliser ainsi sur M_1 une augmentation de près de 20 % qui serait très-appréciable.

L'effet principal d'un changement de position des poids à bord, au point de vue de l'amplitude du roulis maximum, consiste dans la diminution du moment d'inertie.

Le coefficient N est proportionnel à $\Sigma\, m\, r^2$ et il pourrait sembler que, des deux termes de N, c'est le numérateur dont on dispose le plus aisément, puisqu'on peut faire

varier sa valeur en tout temps même sur le navire à la mer : mais il est facile de s'assurer, en premier lieu, que l'on ne peut obtenir que de très-faibles diminutions du moment d'inertie, et, en second lieu, que même pour réaliser le faible bénéfice à en attendre, il faut procéder avec une extrême prudence.

Distinguons d'abord, dans la manière de déplacer les poids, deux cas principaux. On peut rapprocher les poids du centre de gravité, en reportant vers l'axe des poids situés en abord, ou bien en amenant à mi-hauteur du navire des poids placés dans la cale et sur le gaillard. Le premier moyen, qui ne modifie pas la stabilité, ne peut jamais procurer qu'un changement tout-à-fait insignifiant dans la valeur du moment d'inertie; ainsi sur une frégate comme la *Normandie*, par exemple, on trouverait à peine 100 t^x, à rapprocher de 3^m du centre de gravité, ce qui ferait une diminution de $\frac{100 \times 3 \times 3}{g}$, soit environ 90 unités sur un moment d'inertie de 29.000. Le second moyen est un peu plus efficace; il n'y a guère de poids à la vérité que l'on puisse faire descendre du gaillard dans le faux-pont, mais on peut, en bouleversant les emménagements, élever quelques centaines de tonneaux d'approvisionnements d'une hauteur de 4^m environ. Supposons 300 t^x ainsi élevés, le centre de gravité total monte de $0^m,22$ (comme cela est en effet arrivé sur la *Normandie*), le déplacement étant de 5.500 t^x ; le moment d'inertie diminue de

$$\frac{1}{g}\,(300 + 4^2 - 5.500 + 0,22^2) = 480;$$

c'est peu de chose; cependant il est bon de savoir que, si l'on élève des poids de la cale dans le faux-pont, on dimi-

nue le roulis maximum et que, si l'on élève des poids du faux-pont sur le gaillard, on augmente, au contraire, le roulis maximum.

La position des poids à bord influe d'une troisième manière sur le roulis maximum, en changeant la durée T_n des roulis et par suite celle des houles synchrones. L'inclinaison Θ des houles synchrones, qui entre dans la valeur de Φ, dépend de trois coefficients de réduction tenant compte des dimensions relatives du navire et de la vague et d'autant plus petits que la vague est plus courte; peut-être même l'inclinaison maximum des vagues dépend-elle directement de leur durée. Pour ces deux causes indépendantes et probablement contradictoires, l'amplitude du roulis maximum dépend de la durée T^n.

L'influence de l'arrimage doit se faire sentir bien moins sur l'amplitude du roulis maximum que sur la vivacité des mouvements et sur l'amplitude moyenne des roulis: il faut ici rappeler sommairement en quoi consiste l'ensemble des qualités nautiques d'un navire, pour montrer le rang qu'y occupe l'amplitude maximum et pour étudier le rôle général du moment de résistance M_1 et du moment d'inertie $\Sigma\, m r^2$, qui n'ont été envisagés jusqu'ici qu'à un seul point de vue.

La vivacité du roulis est un défaut très-pernicieux et le plus gênant peut-être de tous à la mer. La valeur des accélérations tangentielles et centrifuges, en chaque point du navire, pour une amplitude et une durée d'oscillation données, est bien connue depuis les travaux de L. Euler, de J.-A. Euler et de Bouguer (1); elle explique clairement

(1) La force d'inertie centrifuge résultant du mouvement de translation du navire sur les vagues, n'a été l'objet d'aucune étude: sa valeur est considérable et explique très-bien comment,

la fatigue que subissent à bord les hommes et le matériel par suite des oscillations rapides, et l'avantage d'augmenter le plus possible la durée T_n des roulis. La durée des rappels, distincte de la vivacité du roulis, dépend de la forme de la développée métacentrique, mais pour une même forme de cette courbe, elle est proportionnelle à la vivacité.

L'amplitude moyenne des roulis est moins importante sans doute, au point de vue de la sécurité, que l'amplitude maximum, mais elle est à d'autres égards très-digne d'attention. L'amplitude moyenne est, avec la rapidité des mouvements, la cause de fatigue générale pendant les traversées ; elle a surtout de grands inconvénients pour les navires de guerre qui ont besoin de développer leurs meilleures qualités nautiques par temps modéré, pendant les jours de combat. L'amplitude moyenne du roulis dépend en premier lieu du rapport de la durée T_n des roulis à la durée habituelle T des vagues qui les produisent, rapport qui doit être autant que possible différent de l'unité (1) : de plus, pour un rapport donné entre les deux périodes T et T_n, l'amplitude est d'autant moindre

avec mer du travers et grand roulis, on n'échappe à la fatigue en aucun point du navire, tandis que par mer debout et grand tangage on trouve un grand soulagement à se tenir près de l'axe d'oscillation. En raison de cette même force d'inertie, on n'évitera point le mal de mer aux passagers sur un paquebot, en les logeant dans un salon suspendu à la Cardan.

(1) L'effet est tout différent selon que le rapport de T à T_n est plus petit ou plus grand que 1 ; dans le premier cas, le roulis relatif tend à s'annuler, le navire suit la normale à la vague comme un pendule à courte période employé dans un oscillomètre ; dans le second cas, c'est le roulis absolu qui disparaît et l'on a un roulis relatif égal et contraire au roulis de vagues.

que le roulis maximum sur houle isochrone est lui-même plus faible. L'amplitude moyenne est ainsi une donnée complexe, sur laquelle on ne peut raisonner avec une précision entière, faute de données suffisantes, tant théoriques qu'expérimentales. Seulement parmi les moyens de diminuer les roulis moyens, se trouvent ceux qui agissent sur le roulis maximum et ces derniers doivent produire un effet certain et continuel ; ceux qui reposent sur une combinaison des durées T et T_n ont un caractère essentiellement aléatoire, parce que T varie d'un jour à l'autre et change avec le cap du navire : une petite houle de $2^s,5$, qui possède une vitesse de propagation égale à la vitesse des grands navires à vapeur, peut offrir toutes les durées relatives imaginables, selon qu'elle arrive par le bossoir, par le travers ou par la hanche ; sa durée est infinie quand elle arrive par l'arrière.

42. — Nous avons en somme à considérer trois qualités nautiques, distinctes, pour la discussion desquelles il faut mettre l'expression de la durée T_n en présence de celle du roulis maximum Φ,

(97') $$\Phi = \sqrt{\frac{3}{4}\frac{\sum m r^2}{M_1}}\,\Theta,$$

(78) $$T_n = \pi\sqrt{\frac{\sum m r^2}{P(\rho - a)}}.$$

Pour diminuer Φ, il n'y a jamais d'inconvénient à augmenter M_1 le plus possible ; on est assuré de diminuer à la fois l'amplitude maximum et l'amplitude moyenne sans augmenter la vivacité.

Si, pour diminuer Φ, on diminue $\Sigma m r^2$, la stabilité ne changeant pas, T_n diminue ; la vivacité est plus grande, et peut-être aussi l'amplitude moyenne, le rapport moyen de T_n à T ayant pu se rapprocher de 1. Si la diminution de $\Sigma m r^2$ s'est faite par une élévation de poids, il en est résulté une diminution, dans la valeur de $P(\rho - a)$, qui se trouve toujours proportionnellement plus grande que la diminution de $\Sigma m r^2$; la valeur de T_n augmente et la vivacité du roulis diminue en même temps que l'amplitude maximum du roulis : l'amplitude moyenne change nécessairement ; elle diminue si T_n était déjà plus grand en moyenne que T ; elle augmente dans le cas contraire.

Il est probable que la diminution de fatigue est le résultat le plus saillant qui résulte d'une augmentation de la durée T_n ; cependant on conçoit que cet adoucissement des roulis soit accompagné d'une diminution de l'amplitude moyenne pour les grands navires dont la période du roulis $2T_n$ est en général supérieure à celle 2T des vagues reçues par le travers ; il y a, dès lors, tout avantage sur ces bâtiments à augmenter la valeur de T_n, ainsi que cela a été constaté sur la *Normandie*, et comme paraissent aussi le prouver les exemples du navire anglais l'*Inconstant* sur lequel la durée T_n a été portée à 8^s et de nos cuirassés type *Océan* sur lesquels T_n dépasse 10^s. Les grandes valeurs de T_n se réalisent généralement par une diminution de la hauteur métacentrique $\rho - a$, la seule donnée du navire qui soit à peu près à la discrétion complète du constructeur : la limite est donnée par la nécessité de porter la voile sur les navires à voiles (1); il faut tenir compte d'ailleurs de la forme de la développée métacentrique.

(1) Pour examiner si la stabilité est bien en rapport avec la voilure, on calcule un certain moment de voilure S *h* égal au

Si l'augmentation de durée T_n est obtenue, du moins en partie, par une augmentation du moment d'inertie $\Sigma m r^2$, il en résulte un accroissement du roulis maximum. Si même, $\Sigma m r^2$ n'ayant pas changé, il y a simplement diminution de stabilité, le roulis maximum peut augmenter encore, parce que la houle synchrone étant plus longue, la poussée hydrostatique qu'elle exerce sur le navire tend à se rapprocher de ce qu'elle serait sur un petit flotteur; les coefficients réducteurs par lesquels il faut multiplier l'inclinaison de la houle pour avoir celle de la poussée sur un bâtiment de dimensions finies se rapprochent de l'unité, comme on le verra au chap. VI. Peut-être, d'un autre côté, l'inclinaison maximum des vagues diminue-t-elle quand la longueur augmente.

43. — Il est à remarquer que, pour la discussion générale des diverses qualités nautiques dont nous venons d'être conduits à esquisser quelques traits saillants, on sent vivement le défaut d'une terminologie nette et précise s'appliquant à chacune de ces qualités et analogue à celle que le langage scientifique présente pour les

produit de la surface de toile S par la hauteur h du centre de voilure au-dessus du centre de gravité du bâtiment. On admet que ce rapport ne doit pas tomber au-dessous de certaines limites variant suivant les types de navires et comprises entre 0,05 et 0,10.

Le moment S h ainsi calculé représente mal l'effet de la voilure au point de vue de la bande; il serait plus exact de prendre pour bras de levier la hauteur du centre de voilure au-dessus du centre de dérive. Le couple qui produit l'inclinaison est, en effet, composé de deux forces appliquées, l'une au centre de la voilure, l'autre au centre d'action des résistances latérales de l'eau.

diverses branches des sciences mécaniques. Ni la qualité des navires d'avoir un roulis maximum plus ou moins étendu, ni celle de rouler plus ou moins dans les conditions habituelles, ni celle d'avoir des mouvement lents ou des mouvements rapides, ne peuvent être qualifiées par un seul adjectif. Il faut, pour être clair, recourir chaque fois à des périphrases assez longues; si l'on veut être trop concis, on emploie sans cesse les mots « stable » et « stabilité » dont les acceptions diverses en langage usuel, peuvent faire naître une véritable confusion. La propriété d'avoir un roulis maximum ample, qui était le sujet principal de ce chapitre, ne peut guère être désignée que par un nom tout neuf, comme la notion même de la qualité dont il s'agit : on pourrait, par exemple, prendre le mot *ecclisité*, de εγκλισισ inclinaison : c'est une propriété théorique plutôt qu'usuelle, qui a plutôt besoin d'une dénomination scientifique que d'une dénomination courante ; elle n'est susceptible que de plus ou de moins et il n'y a pas besoin de mot pour exprimer sa non-existence, qui se désignerait à la rigueur par le mot contraire *inecclisité*, comme on dit immobilité (1). La qualité de rouler habituellement peu a besoin surtout d'une dénomination claire et commode pour la langue maritime ordinaire; elle pourrait se nommer la *tranquillité*, dont le contraire serait l'*agitation,* et l'on aurait les adjectifs *tranquille, agité*. Les mots *stable*, *stabilité*, *instable*, *instabilité* ne s'appliqueraient plus alors qu'à la faculté de

(1) J'avais songé d'abord aux mots *mobilité*, *immobilité* : mais ils se prêtaient mal à un sens aussi spécial et aussi précis.

L'adjectif rouleur n'a pas de substantif qui lui corresponde.

s'incliner plus ou moins sans un effort extérieur comme celui du vent sur la voilure, ce qui est leur seule acception scientifique. On pourrait, enfin, pour simplifier le langage, appliquer au navire ce qu'on dit du roulis, en appelant navire *doux* ou navire *vif* celui qui possède un roulis lent ou un roulis rapide, et navire *dur* celui dont les rappels sont d'une violence disproportionnée avec la durée des roulis. L'adoption de ces noms, ou d'autres analogues, n'aiderait pas moins à l'intelligence du sujet qu'à la simplification des énoncés.

On pourrait peut-être, enfin, nommer *maintenue du navire,* la résistance dans l'eau, de la carène, au roulis; le moment M_1 se nommerait moment de maintenue. On réserverait ainsi la qualification de *carène résistante* pour la carène qui a le défaut de résister à la propulsion; en nommant *carène maintenue* celle qui a la qualité de résister au roulis.

44. — L'étude qui a été faite dans les nos précédents constitue moins une théorie du roulis qu'un plan de recherches pour l'étude expérimentale et raisonnée des faits.

Les observations à la mer devront servir à rectifier la formule du roulis maximum; elles ont à faire entièrement connaître les lois de la tranquillité des navires. Cette seconde partie est la plus importante; elle exige tout d'abord un instrument, et un programme particulier. La base du programme c'est qu'il faut, pour arriver à des conclusions certaines, mesurer à la fois les vagues et le roulis : si l'on parvient en effet à dégager des faits, la relation qui lie le roulis φ au rapport de T_n à T, et que l'on joigne, à cette connaissance, celle de l'état habituel de la mer dont il a été question au chapitre II,

on aura tous les éléments pour discuter les qualités des navires, sans même qu'il ait fallu soumettre aux expériences de mer un très-grand nombre de types.

Toute la question se résume donc dans la mesure simultanée du roulis absolu et du roulis relatif, dont la différence est égale à l'inclinaison des vagues.

Pour la mesure du roulis relatif, on ne peut employer qu'un pendule d'une très-courte durée d'oscillation suspendu près de l'axe de rotation du navire. Pour la mesure du roulis absolu, on peut employer le trace-roulis à toupie, comme M. A. Pâris l'a fait en 1870 à bord du *Château-Renaud* ; mais il est difficile d'agencer les crayons, de manière à leur faire tracer en même temps les deux mouvements sur une bande de papier unique. On peut aussi, pour le roulis absolu, employer un viseur braqué constamment sur l'horizon, dont le mouvement est renvoyé dans le faux-pont à l'aide de parallélogrammes articulés ; mais ce moyen, employé en 1871 par M. Froude, est le plus compliqué de tous ; il a, d'ailleurs, le grave défaut de n'être pas automoteur.

L'instrument le plus simple et le plus commode est composé de deux pendules qui ont des durées d'oscillation, l'une très-longue, l'autre très-courte, et qui peuvent échapper à tout mouvement propre, suivant ce qui a été dit au n° 23. M. Froude construit sur ce dernier principe un oscillographe double dont le grand pendule a 35″ de durée; cette durée semble pouvoir être portée à 50″, sans que l'instrument cesse d'être maniable. Pour le petit pendule, la durée se réduit facilement à 0″,3 ou 0″,4. Sur une houle de 5″, l'un des pendules aura dix fois la durée des vagues, l'autre moins du dixième de cette durée, et, si l'instrument n'est point trop loin de l'axe de rotation du navire, les résultats seront par-

faitement exacts. Une dépêche du Ministre de la marine a prescrit, en 1872, la construction d'un appareil fondé sur ces principes.

Les conditions d'exactitude des données inscrites par le pendule à longue période et de celles inscrites par le pendule à courte période méritent d'être analysées en détail.

L'angle d'inclinaison, sous lequel les deux pendules sont en équilibre, dépend, non-seulement de leur translation sur la vague commune à tous les points du navire, mais encore de leur translation résultant du roulis relatif φ du bâtiment : l'axe d'oscillation du navire occupant, en effet, une position variable, les pendules ne peuvent pas être maintenus à la hauteur de cet axe, comme le supposeraient les équations (66 bis) et (66 ter) du n° 26 ci-dessus. Or, l'influence du roulis du navire est toute autre, selon qu'il s'agit de l'un ou de l'autre des deux pendules.

Si le grand pendule, en raison de la longue durée de sa période, n'est jamais dévié de la verticale par l'oscillation des vagues qui le transportent, il ne l'est pas non plus, *a fortiori*, par le roulis φ (1). L'oscillation φ est, en effet, d'une durée plus courte que celle des très-grandes vagues et, de plus, pour peu que l'on ait cherché à placer l'instrument dans le voisinage de l'axe de rotation du navire, elle n'imprime à la matière du pendule que des accélérations horizontales égales à

$$\lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2},$$

λ étant la distance à l'axe; ces dernières sont bien moin-

(1) Cette propriété rend le grand pendule propre à relever automatiquement les oscillations en eau calme.

dres que les accélérations déterminées par les équations (1)

$$\frac{d^2x}{dt^2}$$

et dues au mouvement des vagues.

Le petit pendule, au contraire, marque sans cesse la direction de la résultante de la pesanteur et des forces d'inertie résultant de son mouvement de translation. Soustrait à l'influence du roulis φ du navire, il s'inclinerait bien en suivant la résultante de

$$g, \text{ de } -\frac{d^2x}{dt^2} \text{ et de } -\frac{d^2y}{dt^2},$$

c'est-à-dire la normale à la houle : en tenant compte du roulis φ, il marque la direction de la résultante de toutes les accélérations

$$g, -\frac{d^2x}{dt^2}, -\frac{d^2y}{dt^2}, -\lambda\frac{d^2\varphi}{dt^2}, \lambda\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2,$$

λ étant la distance de la matière du pendule au-dessous de l'axe de rotation du navire.

Calculons les écarts ψ par rapport à l'inclinaison θ, qui peuvent être produits par les deux accélérations dues au roulis φ.

Nous pouvons, sans sortir de l'exactitude exigée, prendre pour valeur des écarts ψ, les angles que ferait, avec la verticale, la résultante de

$$g, -\lambda\frac{d^2\varphi}{dt^2}, +\lambda\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2,$$

car l'effet des vagues et celui du roulis φ sur la position du pendule se superposent sans se modifier. Soit mainte-

nant Λ la longueur d'un pendule avec lequel les roulis du navire sont isochrones ; une masse qui serait suspendue à la distance Λ de l'axe de rotation de ce pendule aurait les trois accélérations

$$g, \quad -\Lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \quad \Lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2;$$

la résultante de ces accélérations serait dirigée suivant l'axe du navire et ferait avec la verticale des angles égaux aux angles de roulis φ eux-mêmes.

Pour l'un et l'autre pendule, la tangente de l'angle d'inclinaison avec la verticale est égale au rapport de la somme des projections horizontales, à la somme des projections verticales des accélérations ; on a

$$\operatorname{tang}\psi = \frac{\lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \cos\varphi + \lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \sin\varphi}{g + \lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \sin\varphi - \lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos\varphi},$$

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\Lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \cos\varphi + \Lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos\varphi}{g + \Lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \sin\varphi - \Lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos\varphi}:$$

on tire de là

$$\frac{\operatorname{tang}\psi}{\operatorname{tang}\varphi} = \frac{\lambda}{\Lambda} \times \frac{g + \Lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \sin\varphi - \Lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos\varphi}{g + \lambda \frac{d^2\varphi}{dt^2} \sin\varphi - \lambda \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos\varphi}.$$

Il suffit de reconnaître que cette équation peut être rem-

placée par l'équation

$$(114) \qquad \frac{\operatorname{tang} \psi}{\operatorname{tang} \varphi} = \frac{\lambda}{\Lambda},$$

pour s'assurer que l'on peut rendre négligeables les erreurs ψ en plaçant le pendule dans une position convenable à bord ; en effet, sur un navire ayant une durée d'oscillation T_n d'un peu plus de 6″, on a $\Lambda = 40^m$, et λ peut être réduit facilement au vingtième de Λ. Cherchons donc la valeur du facteur qui multiplie le rapport de λ à Λ : la plus grande valeur de $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$, $\sin \varphi$ est $\left(\frac{\pi}{T_n}\right)^2 \varphi_0 \sin \varphi_0$, atteinte à la fin des excursions ; la plus grande valeur de $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos \varphi$, est $\left(\frac{\pi}{T_n}\right)^2 \varphi_0^2$, atteinte au milieu de l'oscillation ; si l'on examine les quotients de ces accélérations par g, dont les tableaux sont donnés plus loin, n° 45, on voit que ces quotients restent toujours très-faibles en valeur absolue ; ils sont de quelques millièmes seulement pour les navires à oscillations lentes. Le facteur qui multiplie le rapport de λ à Λ reste donc toujours très-peu différent de l'unité, et, en résumé, le petit pendule, s'il est convenablement placé, relève l'angle φ avec des erreurs relatives de un vingtième environ, tout-à-fait insignifiantes.

Le grand pendule est exposé à une autre cause d'erreurs provenant de ce que, le plus souvent, la durée de sa période s'écartera moins que celle du petit pendule, des deux périodes T et T_n.

Les deux parties de l'instrument sont, en somme, dans des conditions d'exactitude analogues.

L'oscillographe double servira à vérifier l'exactitude de

la formule du roulis maximum

$$(97'') \qquad \Phi = I\sqrt{\frac{\Theta}{N}}$$

sur une houle synchrone avec le navire. Il permettra d'obtenir la valeur de la constante I qui a été supposée, dans tout ce qui précède, égale à l'unité.

Le roulis sur une mer quelconque, pour lequel on n'a pas d'avance de formule analogue à la précédente et propre à diriger les recherches, peut être cependant évalué jusqu'à un certain point.

Sur la houle d'une durée quelconque différente de T_n, considérons d'abord ce qui se passerait si les résistances passives dans l'eau et dans l'air n'existaient pas. Nous savons que les roulis iraient en croissant, lorsque la normale à la houle et le flotteur tourneraient dans le même sens pendant le rappel et en sens inverse pendant l'abattée, ou, du moins, lorsque le mouvement relatif satisferait à ces conditions pendant la plus grande partie de l'amplitude totale; les roulis iraient en décroissant dans le cas contraire. Les roulis formeraient ainsi des séries alternativement croissantes et décroissantes; la durée de ces séries dépendrait de la valeur relative de T et de T_n, elle serait d'autant plus grande que T et T_n différeraient moins de l'autre. La plus grande amplitude atteinte dépendrait de la durée de la série et par suite de la valeur relative de T et de T_n; elle serait d'autant plus forte que la série croissante comprendrait plus d'oscillations. La série croissante ou décroissante aurait une durée totale telle que, pendant ce temps, celui des deux mouvements oscillatoires, mouvement de la normale à la houle ou roulis du navire, qui est le plus rapide, comprendrait une

oscillation sur un bord, ou une demi-oscillation totale, de plus que l'autre. Si le roulis est plus vif que le mouvement des vagues, si T est plus grand que T_n, on aurait

$$n T_n = n T - \frac{1}{2} T,$$

n étant le nombre de roulis de la série, soit croissante, soit décroissante. Cette équation donne

$$(111) \qquad n = \frac{1}{2} \frac{T}{T - T_n}.$$

Si c'est le roulis qui est le plus lent, on aurait, pour la même raison,

$$n T_n - \frac{1}{2} T_n = n T,$$

d'où

$$(111') \qquad n = \frac{1}{2} \frac{T_n}{T_n - T}.$$

Ces équations pourraient donner la valeur de T, si n était mesuré.

Considérons maintenant ce qui se passe, en tenant compte de la résistance de la carène, c'est-à-dire des conditions réelles du roulis relatif. Les roulis se produisent, comme dans l'hypothèse précédente, par séries alternativement croissantes et décroissantes, ce qui est bien d'accord avec les faits observés. Au début d'une série de roulis croissants, la résistance est nulle; ensuite la résistance se manifeste et elle diminue toutes les amplitudes d'une certaine quantité croissant comme le carré de ces amplitudes. L'augmentation de roulis produite par

la stabilité, après avoir d'abord été en croissant, diminue ensuite jusqu'à devenir nulle; elle sera donc contrebalancée par l'effet de la résistance, avant le moment où elle s'annule d'elle-même pour devenir ensuite négative. Le roulis atteint donc plus tôt son apogée; le nombre de roulis compris dans une série croissante est diminué. La période de réduction étant commencée, la diminution d'amplitude n'est d'abord produite que par les résistances passives ; ensuite elle résulte de l'effet combiné de toutes les forces en jeu. L'effet de la résistance diminue avec les amplitudes, la stabilité produit, au contraire, pendant la période décroissante, les mêmes réductions que si l'amplitude totale avait atteint la valeur correspondant à une résistance supposée nulle. En vertu de la résistance et de la stabilité, l'amplitude arrive à une valeur nulle, après un nombre de roulis moindre que si la résistance avait été nulle. La durée de la période décroissante, de même que la durée de la période croissante, est donc diminuée par l'effet de la résistance. D'un autre côté, si, arrivés à la valeur supposée nulle, les roulis, conservant en fait une petite amplitude, se perpétuent et gardent leur durée constante, il est certain que l'instant où recommence la série croissante ne sera pas changé par la résistance; par suite, la série totale comprenant une croissance et une décroissance sera toujours de $2\,n$ roulis, le nombre $2n$ des roulis entre deux apogées étant lié à T et à T_n par les équations (111) ou (111'), suivant le cas.

L'examen des courbes de roulis devra donc éclairer sur l'exactitude des équations (111) et (111'). Parmi les courbes relevées en 1868 sur la *Savoie* à l'aide de l'oscillographe, il s'en trouve, dans lesquelles une nouvelle série croissante paraît avoir immédiatement succédé à la série décroissante, après une oscillation d'une durée anormale.

On peut, en poursuivant le raisonnement qui précède, se rendre compte de l'amplitude des roulis arrivés à leur apogée, ou tout au moins calculer la limite supérieure qu'elle ne peut franchir. Soit φ_a l'amplitude cherchée ; le travail de la résistance pour un roulis complet est, à l'apogée,

$$\frac{4}{3} \frac{M_1}{\sum m r^2} \varphi_a^2;$$

il est égal, en général (1), à l'augmentation $\Delta \varphi$ qui serait produite à ce moment par le travail de la stabilité agissant seule. Considérons un roulis double comprenant deux abattées et deux rappels ; nous pouvons facilement reconnaître que, pendant ce roulis double, les vagues agissent de manière à faire décroître le roulis, pendant un temps au moins égal à

$$2\,(T - T_n),$$

si nous supposons $T_n < T$. Admettons qu'à l'apogée, les vagues n'agissent à contre-roulis que pendant ce temps ; répartissons enfin sur chacun des deux roulis simples l'effet ainsi produit. La vague, agissant pendant le temps $T_n - T$, détruit l'effet d'augmentation produit dans un temps égal, et l'augmentation $\Delta \varphi$ se trouve la même que si elle avait été produite pendant $T_n - 2\,(T - T_n)$ au

(1) Si les deux périodes T et T_n sont extrêmement différentes, le renversement dans la diminution ou dans l'accroissement des amplitudes est produit par le couple de stabilité seul, sans que la résistance intervienne. Ce cas correspond à de faibles roulis et peut être laissé provisoirement de côté, comme moins important que celui considéré ici.

lieu de l'être pendant T_n. En supposant que les accroissements infiniment petits, qui composent $\Delta\varphi$, soient proportionnels aux temps *dt* correspondants, nous avons, au lieu de

$$\Delta\varphi = \Theta,$$

la valeur

$$\Delta\varphi = \Theta \frac{T_n - 2(T - T_n)}{T_n} = \Theta \left(1 - 2\frac{T - T_n}{T_n}\right).$$

De même que nous avions obtenu pour le roulis maximum

$$(97'') \qquad \Phi = I\sqrt{\frac{4}{3}\frac{\sum m r^2}{M_1}\Theta},$$

nous voyons que la valeur de φ_a doit être

$$(112) \qquad \varphi_a = I\sqrt{\frac{3}{4}\frac{\sum m r^2}{M_1}\Theta\left(1 - 2\frac{T - T_n}{T_n}\right)};$$

elle est moindre si l'action à contre-vague a été plus prolongée. On peut, en admettant que le raisonnement précédent n'est pas complètement rigoureux, prendre pour expression des roulis à l'apogée la valeur

$$(113) \qquad \varphi_a = I\sqrt{\frac{3}{4}\frac{\sum m r^2}{M_1}\Theta\left(I - I'\frac{T - T_n}{T_n}\right)}$$

I et I′ étant deux constantes à déterminer par l'observa-

tion. Pour le cas $T_n > T$, l'équation est de même

$$(113') \qquad \varphi_a = \sqrt{\frac{3}{4}\,\frac{\sum m r^2}{M_1}\,\Theta\left(I - I'\,\frac{T_n - T}{T_n}\right)}$$

Les deux équations (113) et (113') méritent, tout au moins, d'être considérées comme des formules empiriques indiquées par la théorie; elles méritent d'être proposées aux expérimentateurs pour être vérifiées à l'aide de l'oscillographe double. Il y aura lieu de comparer leur exactitude à celle des équations auxquelles ont été conduits D. Bernoulli et M. de Saint-Venant, en partant de l'hypothèse du roulis synchrone avec la houle : dans ces dernières, c'est par un ou plusieurs termes fonctions de

$$\frac{T^2 - T_n^2}{T^2}$$

que l'écart entre les deux périodes T et T_n figure dans l'expression de l'amplitude du roulis.

45. — Il reste, pour compléter les données sur le roulis, à indiquer la fatigue produite sur les hommes et le matériel, telle que l'on peut la calculer d'après l'observation des durées en eau calme : ce chapitre se trouvera ainsi terminé par les considérations les plus capables de montrer l'importance de l'étude entreprise.

Sur les inconvénients, d'ailleurs bien connus du roulis, il est intéressant d'avoir des données numériques faisant connaître avec précision les effets que l'on réalise, selon que l'on favorise particulièrement l'une ou l'autre des qualités nautiques. Quand une fois la résistance dans

l'eau a reçu la plus grande valeur possible, on ne peut guère espérer réduire l'amplitude qu'au prix d'une augmentation de vivacité : il importe alors de savoir numériquement ce que l'on gagne et ce que l'on perd.

L'amplitude des mouvements, arrivée à certaines limites, devient un danger pour le navire qu'elle expose à être capelé. Au-dessous de cette valeur, elle rend difficile, pour les hommes, de se tenir en équilibre, et elle fatigue la coque; la pression de l'eau, en se déplaçant relativement, au navire, vient agir, en effet, dans une direction suivant laquelle les liaisons transversales font défaut.

Ces divers inconvénients sont communs à tous les navires; pour les navires de guerre il y a, de plus, même avec d'assez faibles roulis, le danger de recevoir des coups dans les œuvres vives et une certaine perte de précision dans le tir des pièces.

Un navire muni d'une ceinture cuirassée de dimension ordinaire découvre, pour des roulis de 10° à 12°, la carène, au-dessous de la cuirasse et il immerge, dans ses abattées, la muraille des œuvres mortes qui peut avoir été déchirée par les projectiles. Il importe donc que les roulis de 12° soient rarement atteints.

Sur la précision du tir, le roulis influe de deux manières. D'abord, il rend le pointage difficile par suite de la mobilité apparente de but; cette mobilité est proportionnelle, non pas à l'amplitude, mais plutôt à la vitesse angulaire qui, elle-même, est proportionnelle à la fois à l'amplitude et à la vivacité. De plus, il fausse le pointage en inclinant le plan de tir, parce que la ligne de pointage n'est plus dans le plan vertical de l'axe de l'âme, lorsque ce plan n'est plus perpendiculaire à l'axe de rotation. Le roulis fausse ainsi surtout le pointage en chasse, et le tangage celui du travers : si l'on appelle

a la hauteur de la hausse au-dessus de l'axe du canon, l la distance de la hausse au fronteau de mire, y la déviation, p la portée correspondante à la hauteur de hausse a, et enfin φ l'inclinaison du navire autour d'un axe parallèle au canon, on trouve, pour déterminer y la relation très-simple

$$(115) \qquad \frac{y}{p} = \frac{a}{l} \sin \varphi \text{ (1)}$$

qui donne pour une pièce rayée pointée à 15 encablures, avec $\varphi = 10°$,

$$y = 48^{\text{m}}.$$

Le roulis est surtout une cause de fatigue pour les hommes, pour la coque, pour le matériel d'armement et pour la mâture, en raison des forces d'inertie qui se développent dans ce mouvement. Ces forces d'inertie sont données approximativement par des formules bien connues; mais il faut remarquer qu'il est une autre force d'inertie, due simplement au mouvement de translation sur les vagues, qui atteint une valeur considérable.

Considérons, en effet, le navire en travers à la houle et participant à peu près au mouvement circulaire de l'eau; indépendamment de tout roulis, roulis de vagues et roulis relatif, chaque point décrit, avec une vitesse angulaire uniforme ε, une orbite circulaire de rayon h. La force d'inertie (centrifuge) J_v, dans un tel mouvement,

(1) Le rapport $\frac{a}{l}$ est évidemment égal à la tangente de l'angle de pointage en hauteur, soit égal à tang. 8° environ pour la portée supposée ici.

est, pour un corps de poids p,

$$J_v = \frac{p}{g} h \varepsilon^2,$$

ce qui donne, en remplaçant $\frac{\varepsilon^2}{g}$ par sa valeur,

$$(116) \qquad \frac{J_v}{p} = \pi \frac{h}{L}.$$

J_v est une force horizontale sur les points d'inflexion des vagues, une force verticale sur les sommets et les creux ; elle s'ajoute à la pesanteur dans les creux et s'en retranche sur les sommets.

On a calculé plus haut, pour un autre objet, le tableau des valeurs de J_v pour un poids p égal à l'unité :

$\frac{h}{L}$	$\pi \frac{h}{L}$
0,05	0,157
0,10	0,314
0,15	0,471

Ce tableau fait voir que la force d'inertie de translation est une fraction très-notable de la pesanteur, le tiers environ, pour le rapport 0,10 entre h et L.

Pour l'étude des forces d'inertie développées par le roulis, il conviendrait évidemment de considérer le roulis absolu ; mais ce mouvement complexe diffère assez peu du roulis relatif pour que l'on puisse adopter, sans sortir du degré d'approximation que comporte toute cette

recherche, les équations

$$(77) \qquad \varphi = \varphi_0 \sin \mathrm{e}t,$$

$$(77') \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \mathrm{e}\,\varphi_0 \cos \mathrm{e}t,$$

$$(77'') \qquad \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \mathrm{e}^2\,\varphi_0 \sin \mathrm{e}t,$$

$$\mathrm{e} = \frac{\pi}{\mathrm{T}},$$

pour représenter le mouvement absolu, comme on les a acceptées pour représenter le roulis relatif.

Les forces d'inertie se décomposent en forces centrifuges et en forces tangentielles.

Les forces d'inertie centrifuges ont pour expression

$$\mathrm{J_c} = \frac{p}{g}\,\mathrm{r}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2;$$

p étant le poids d'un élément et r sa distance à l'axe d'oscillation. On tire de là, en remplaçant la dérivée de φ par son expression (77'), et en remarquant que l'on a sensiblement

$$\frac{\pi^2}{g} = 1,$$

la valeur de la force centrifuge

$$(117) \qquad \mathrm{J_c} = +\,p\,\mathrm{r}\left(\frac{\varphi_0}{\mathrm{T_n}}\right)^2 \sin^2 \mathrm{e}t,$$

dont le maximum, atteint quand le navire est vertical, est

au poids de l'élément dans le rapport

$$(118) \qquad \frac{J_c}{p} = + r \left(\frac{\varphi_0}{T_n}\right)^2.$$

Ce rapport ne change pas, lorsque l'amplitude et la durée du roulis varient dans une même proportion.

D'après la valeur approximative de T_n

$$T_n = \pi \sqrt{\frac{\sum m r^2}{P(\rho - a)}},$$

on voit que, $\rho - a$ étant à peu près constant pour tous les navires, le rapport de r à T_n^2, pour des points homologues, est à peu près inversement proportionnel aux dimensions des bâtiments. Le rapport de J_c à p est donc plus grand sur les petits navires que sur les grands, à valeur égale de l'amplitude. Si $\rho - a$ était proportionnel aux dimensions, le rapport de r à T_n^2 et, par suite, celui de J_c à p seraient constants.

La force centrifuge est peu dangereuse, en raison de sa direction verticale au moment où elle agit le plus vivement sur les objets situés à une très-grande distance de l'axe d'oscillation; elle ne produit alors qu'une diminution de poids ou une diminution de charge sur les appuis. Les objets situés en abord de l'axe d'oscillation, sont soumis à des forces centrifuges horizontales ou obliques qui tendent à les arracher de leur position, mais pour ces objets, la valeur de r et, par suite, celle de J^c sont très-faibles.

Le tableau suivant donne une série des valeurs du rapport de J_c à p pour diverses valeurs de T_n et de r en supposant $\varphi_0 = 22°,5 = \frac{\pi}{8}$.

T_n	$\left(\frac{\varphi_0}{T_n}\right)^2$	Valeurs de $r\left(\frac{\varphi_0}{T_n}\right)^2 = \frac{J_c}{p}$									
		$r = 2^m$	$r = 4^m$	$r = 6^m$	$r = 8^m$	$r = 10^m$	$r = 20^m$	$r = 30^m$	$r = 40^m$	$r = 50^m$	$r = 60^m$
2″	0,0385	0,077	0,154	0,231	0,308	0,385	0,771	»	»	»	»
3	0,0176	0,035	0,069	0,103	0,137	0,171	0,343	0,514	0,682	»	»
4	0,0096	0,019	0,039	0,058	0,077	0,096	0,193	0,289	0,385	0,482	»
5	0,0062	0,012	0,025	0,037	0,049	0,062	0,123	0,185	0,247	0,308	0,370
6	0,0043	0,009	0,017	0,026	0,034	0,043	0,086	0,128	0,171	0,214	0,257
7	0,0031	0,006	0,013	0,019	0,025	0,031	0,063	0,094	0,126	0,157	0,188
8	0,0024	0,005	0,009	0,014	0,019	0,024	0,048	0,072	0,096	0,120	0,145
9″	0,0019	0,004	0,008	0,011	0,015	0,019	0,038	0,057	0,076	0,095	0,114
10″	0,0015	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,031	0,046	0,062	0,077	0,093

La force centrifuge n'est jamais, comme on voit, qu'une fraction assez faible de la pesanteur; elle reste partout inférieure, même dans la mâture, à la force d'inertie de translation.

L'expression de la force d'inertie tangentielle est

$$J_t = \frac{p}{g} r \frac{d^2\varphi}{dt^2};$$

ou très-approximativement, d'après un calcul semblable à celui de la force centrifuge,

$$(119) \qquad J_t = -p\, r \frac{\varphi_0}{T_n^2} \cos \text{e}t,$$

puisque l'on a

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\varphi_0\, \text{e}^2 \cos \text{e}t,\ \text{e} = \frac{\pi}{T_n}.$$

Au moment où cette force atteint son maximum, c'est-à-dire au moment où l'abattée finit et où le rappel commence, on a

$$(120) \qquad \frac{J_t}{p} = -r \frac{\varphi_0}{T_n^2}.$$

Ce rapport, de même que le rapport de J_c à p considéré tout-à-l'heure, est proportionnel au quotient de r par T_n^2. Les observations sur la manière dont la force centrifuge par unité de poids varie selon les dimensions des navires s'appliquent donc, sans aucune modification, à la force tangentielle. La force tangentielle maximum par unité de poids est en général inversement proportionnelle aux dimensions des navires.

Le tableau suivant donne une série de valeurs du rapport $\frac{J_t}{p}$ pour $\varphi_0 = \frac{\pi}{8}$.

T_n	$\frac{\varphi_0}{T_n^2}$	Valeur du rapport $r \frac{\varphi_0}{T_n^2} = -\frac{J_t}{p}$									
		$r = 2^m$	$r = 4^m$	$r = 6^m$	$r = 8^m$	$r = 10^m$	$r = 20^m$	$r = 30^m$	$r = 40^m$	$r = 50^m$	$r = 60^m$
2″	0,0981	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,963	»	»	»	»
3	0,0486	0,087	0,175	0,262	0,349	0,436	0,873	1,309	1,745	»	»
4	0,0245	0,049	0,098	0,147	0,196	0,245	0,491	0,736	0,982	1,228	»
5	0,0157	0,031	0,063	0,094	0,126	0,157	0,314	0,471	0,628	0,785	0,942
6	0,0109	0,022	0,044	0,065	0,087	0,109	0,218	0,327	0,436	0,545	0,654
7	0,0080	0,016	0,032	0,048	0,064	0,080	0,160	0,240	0,320	0,400	0,481
8	0,0061	0,012	0,024	0,037	0,049	0,061	0,123	0,184	0,245	0,307	0,368
9	0,0047	0,009	0,019	0,027	0,037	0,047	0,083	0,140	0,186	0,233	0,279
10″	0,0038	0,008	0,015	0,023	0,031	0,038	0,077	0,115	0,153	0,191	0,230

L'examen de ce tableau fait voir que, dans la coque, la valeur de J_t peut atteindre 0,25 p sur les petits navires qui oscillent en 3″, qu'elle atteint 0,15 p sur des navires oscillant en 5″, qu'elle ne dépasse pas 0,075 p sur les très-grands bâtiments pouvant osciller en 8″. Dans la mâture, la valeur de J_t peut être égale à p au sommet des mâts, et même lui devenir supérieure sur de petits bâtiments. Ces nombres permettent de se rendre assez bien compte des attaches nécessaires à la mâture, à l'artillerie, etc.; mais il faut bien considérer qu'au moment où la force d'inertie tangentielle atteint sa plus grande valeur, le navire est à sa plus grande inclinaison, et que la pesanteur donne une composante égale, avec le roulis supposé, à

$$p \sin 22°,5 = 0,38\, p,$$

qui tend à faire glisser les corps sur leurs appuis, et qui, pour les objets placés dans le plan diamétral du navire, ajoute exactement son action à celle de la force d'inertie tangentielle. Ainsi, sur le gaillard, il faut tenir les corps au roulis, avec une force égale aux trois quarts de leur poids au moins sur les petits navires et à la moitié de leur poids sur les grands bâtiments. L'amplitude du roulis qui n'entre qu'à la première puissance dans la valeur de J_t tandis que la durée T_n y entre au carré, reprend, par l'effet de la pesanteur, l'influence prépondérante, sauf en ce qui regarde la fatigue de la mâture.

Les calculs qui précèdent supposent que la dureté des roulis est proportionnelle à leur vivacité, ou bien, en d'autres termes, que, dans le moment de stabilité $P(\rho - a) \sin \varphi$ qui arrête les abattées et produit les rappels, $\rho - a$ a la même valeur, pour les grandes comme

pour les petites oscillations. Or la valeur de ρ n'est pas, en général, constante pour des amplitudes de roulis telles que nous en considérons ici ; elle varie avec φ et atteint, pour $\varphi = \varphi_0$, une certaine valeur ρ' plus grande que le ρ initial. Par suite, la véritable valeur du maximum de J_t est donnée par l'équation

$$(121) \quad \frac{J_t}{p} = - r \varphi_0 \frac{P(\rho' - a)}{\sum m r^2} = - r \frac{\varphi_0}{T_n^2} \frac{\rho' - a}{\rho - a}$$

La détermination de ρ' par le calcul demande un travail fort laborieux, et l'on recule souvent devant le tracé de la développée métacentrique des carènes. Cette courbe peut facilement s'obtenir à l'aide du petit modèle en bois que l'on possède en général pour tous les bâtiments en construction ou en projet.

Pour opérer avec commodité et précision, il faut avoir un instrument composé d'une vis placée transversalement sur le modèle et d'une lentille d'un poids p dont le bord est gradué en degrés ; la lentille est mobile sur la vis. En faisant passer la lentille à diverses distances d du plan longitudinal, on produit les moments d'inclinaison

$$p\,d$$

dont on connaît très-exactement la valeur. Un pendule long et léger, muni d'un arc gradué et fixé à l'instrument, donne en même temps l'inclinaison φ. L'équation

$$(122) \qquad P(\rho - a) \sin \varphi = p\,d \cos \varphi$$

donne la valeur de $\rho - a$ en fonction de φ, le poids P du modèle étant obtenu à l'aide d'une balance. On trace une

courbe des valeurs de $\rho - a$ en fonction de φ, et on déduit de cette courbe la valeur $\rho - a$ pour $\varphi = 0$. Comme on a calculé ρ pour $\varphi = 0$, on a immédiatement la valeur de a particulière au modèle, valeur qui n'a aucun rapport d'ailleurs avec celle convenant pour le navire. En ajoutant cette constante a, à toutes les valeurs de $\rho - a$, on a la valeur de ρ en fonction de φ pour le navire lui-même.

Le tracé de la développée métacentrique présente aujourd'hui d'autant plus d'intérêt que l'on s'est appliqué davantage dans ces dernières années à rendre les roulis plus doux en élevant les poids : plus on augmente a, plus on est exposé à augmenter le rapport

$$\frac{\rho' - a}{\rho - a} = 1 + \frac{\rho' - \rho}{\rho - a}, \tag{123}$$

si $\rho' - \rho$ conserve une valeur considérable. Il importe de n'avoir pas une dureté en disproportion avec la vivacité, et il faut diminuer par suite $\rho' - \rho$, en même temps que $\rho - a$.

En opérant sur différents modèles, on reconnaît que, pour rendre ρ constant, il faut donner aux œuvres mortes une rentrée considérable. Différents motifs ne permettent pas toujours d'adopter la rentrée la plus convenable au point de vue du roulis ; mais, autant que possible, il convient de s'en rapprocher, surtout pour les petits bâtiments sur lesquels la fatigue due au roulis est naturellement plus grande que sur les grands, comme le montrent les formules et les tableaux ci-dessus.

La rentrée présente un second avantage qui est, lui aussi, plus appréciable sur les petits navires que sur les grands. A hauteur égale des œuvres mortes, elle diminue le danger d'être capelé par la mer ; la lisse supérieure ne

rencontre la superficie de l'eau que pour un plus grand angle d'inclinaison du navire.

Indiquons encore, en terminant, un des effets de la résistance de l'eau, sur la nature même des mouvements. La vitesse angulaire du navire commence à diminuer dès que le moment retardateur dû à la résistance devient égal au moment accélérateur dû au couple de stabilité. Le moment accélérateur va en diminuant à partir du commencement du rappel, et il est nul au moment du passage du navire dans sa position d'équilibre ; le moment retardateur augmente à partir du commencement du rappel et reste croissant tant que la vitesse augmente. Les deux moments deviennent égaux avant que la position d'équilibre soit atteinte. La vitesse angulaire est donc déjà dans sa période décroissante au moment où le navire passe dans sa position d'équilibre. On explique ainsi comment, selon l'opinion générale, les rappels sont plus durs que les abattées (1).

Appendice.

Postérieurement à la rédaction du chapitre V, l'expérience de stabilité du *Suffren* a fourni l'occasion de mesurer la décroissance du roulis sur un grand navire tout armé et prêt à prendre la mer. La loi des décroissances,

$$\Delta\varphi = A + N\,\varphi_m^2,$$

s'est bien vérifiée. La valeur du coefficient A est presque

(1) Voir Jean Bernoulli, *Propositiones variæ mechanico dynamicæ*, n° CLXXXV. *Du pendule composé dans un milieu résistant*, Scholie 1..

nulle; celle du coefficient de décroissance est

$$N = 0,083.$$

Les valeurs du roulis maximum $\Phi = \sqrt{\frac{\Theta}{N}}$ sont donc,

$$\text{pour } \Theta = 8^\circ,75', \qquad \Phi = 32^\circ,5,$$
$$\text{pour } \Theta = 17^\circ,45', \qquad \Phi = 45^\circ,8.$$

De tels roulis théoriques dépassent notablement ceux qui avaient été trouvés pour le *Calvados* et l'*Hirondelle* léges et désarmés.

Il est facile de s'assurer que tous les résultats sont assez bien d'accord entre eux, et de constater que les grandes valeurs de Φ du *Suffren* sont la conséquence du moment d'inertie de ce navire qui est très-considérable, eu égard aux dimensions. En effet, la durée T_n étant de $10'',15$, on a

$$\sum m r^2 = 41733,$$

d'où l'on conclut, pour le moment de résistance,

$$M_1 = \frac{3}{4} \frac{N \sum m r^2}{\text{arc } 1^\circ} = 14888.$$

Par suite, en faisant $l = 85^m$, $m = 17^m,52$, dimensions du *Suffren*, on a le rapport

$$\frac{M_1}{l\,m^4} = 0,00187,$$

qui ne s'écarte pas notablement de la moyenne 0,0020 des rapports trouvés dans les expériences antérieures, page 184.

Il est à remarquer que l'armement des navires, et sur-

tout la mise en place de la mâture haute, du gréement et de la voilure diminuent la valeur de N, puisque le moment d'inertie augmente beaucoup, tandis que, dans M_1, le terme $k_1\, l\, m^4$ ne change pas et que $k\, l\, p^4$ augmente seul. Du reste, si l'on avait des termes de comparaison parmi les navires armés, la valeur de N_1, sur le *Suffren*, serait encore relativement faible et Φ relativement grand. Posons en effet

$$\frac{M_1}{\sum m r^2} = \frac{M_1}{l\, m^4} \times \frac{l\, m^4}{\sum m r^2};$$

Considérons le rapport de M_1 à $l\, m^4$ comme constant et voyons, sur divers navires armés, la valeur du second rapport, tel qu'il ressort de la durée du roulis en eau calme observée dans les essais de stabilité. Nous trouvons le tableau suivant :

NOMS DES BATIMENTS.	$l\, m^4$.	$\sum m r^2$.	$\frac{l\, m^4}{\sum m r^2}$.
Suffren	8 000 860	41 733	191,9
Solferino (armement actuel)	7 774 900	38 600	201,4
Flandre (armement actuel)	6 673 500	27 157	245,75
Atalante	2 614 200	11 072	236,10
D'Estrées	730 980	2 795,5	261,5
Hirondelle (armement de 1869)	548 340	2 251,6	255,0
Lamothe-Piquet	284 750	865,6	329,0

Le *Suffren* est donc le bâtiment qui a le plus grand moment d'inertie par rapport à ses dimensions : le *Solfe-*

rino se rapproche beaucoup de lui à cet égard : les autres navires, surtout les petits bâtiments, présentent des valeurs beaucoup plus fortes pour le rapport de $l\,m^4$ à $\Sigma\,mr^2$.

En supposant constant le rapport de M_1 à $l\,m^4$, on a des notions assez exactes sur le coefficient N, pour les navires dont on mesure seulement la durée de roulis T_n, sans faire l'expérience d'extinction du roulis en eau calme; en effet, le rapport de $l\,m^4$ à $\Sigma\,m\,r^2$ paraît varier dans le rapport de 2 à 3, tandis que celui de M_1 à $l\,m^4$ ne varierait que dans le rapport de 4 à 5. Notons, à cette occasion, que la proportionnalité trouvée entre M_1 et le rapport de $l\,m^4$ à $\Sigma\,m\,r^2$ montre comment l'on peut faire un emploi très-utile de la valeur du moment d'inertie déduite de la formule

$$\sum m\,r^2 = \left(\frac{T_n}{\pi}\right)^2 P\,(\rho - a),$$

quelle que soit, d'ailleurs, la signification exacte de cette formule, et le rapport du $\Sigma\,m\,r^2$ ainsi calculé au moment d'inertie réel du navire.

VI.

DU ROULIS DES NAVIRES, COMPARÉ A CELUI DES PETITS FLOTTEURS.

46. — Sous divers rapports, les dimensions du navire qui roule ont été, dans les chapitres IV et V, considérées comme très-petites par rapport à celles des vagues, de telle sorte que les équations obtenues ne sont exactes que pour des petits flotteurs que l'on aurait lestés de manière à leur donner la durée du roulis T_n des navires.

Il reste à étudier les différences qui existent entre le roulis d'un navire et celui d'un flotteur de même durée d'oscillation T_n.

Considérons, sur une houle constante, un petit flotteur dont les dimensions croîtraient toutes dans la même proportion et qui se transformerait ainsi en navire. Si toutes les forces auxquelles est soumis chaque élément du flotteur, croissaient comme le volume de cet élément, le moment de ces forces croîtrait comme la quatrième puissance des dimensions, tandis que le moment croîtrait, lui, comme leur cinquième puissance. La durée T_n changerait donc, mais néanmoins le roulis serait identique à celui d'un certain petit flotteur lesté d'une autre manière que le flotteur primitif : les lois établies sans tenir compte des dimensions s'appliqueraient encore. Dans la réalité, l'action de l'eau, lors même que l'on considère seulement la poussée, dépend de la position du flotteur sur la houle ; son intensité et sa direction considérées comme fonctions du temps, dépendent donc du mouvement de translation relatif du flotteur et de la houle, et ce mouvement n'est pas le même pour le navire que pour le petit flotteur. En second lieu, en un même point de la houle, les résultantes des forces qui sollicitent, soit un navire, soit un petit flotteur, présentent dans leur direction, dans leur point d'application, dans leur intensité par unité de volume, des différences marquées.

Arrêtons nous d'abord aux conditions du mouvement de translation du navire et du flotteur. Nous avons supposé, jusqu'ici, que le navire n'a aucun mouvement de translation par rapport à l'eau environnante, c'est-à-dire qu'il se tient sur la surface comme un simple flocon d'écume ou plutôt comme une molécule d'eau de dimensions finies. Il est clair que le navire tend, en effet, vers

ce mouvement, sur une houle régulière; mais, si sa masse est considérable (1), il ne peut l'atteindre qu'après le passage d'un certain nombre de vagues. Comme la régularité des vagues n'est pas parfaite, le mouvement relatif par rapport à l'eau existe perpétuellement; l'amplitude des oscillations horizontales et verticales du navire est, tantôt moindre, tantôt plus grande que celle des molécules liquides.

Cette translation du navire et de l'eau produit une force hydrodynamique, une résistance, appliquée au centre de dérive, qui tend à faire tourner le navire autour du centre de gravité, et qui modifie le roulis. L'effet est facile à connaître pour certains cas; supposons, par exemple, qu'un navire puisse être dépourvu de tout mouvement de translation au moment où il reçoit une vague par le travers; supposons aussi que le creux de la vague précède le sommet. Dans le creux, le mouvement horizontal de l'eau est en sens contraire de la propagation; la résistance tend à coucher le navire sur l'eau, en agissant dans le même sens que le couple de stabilité; au point d'inflexion, le roulis absolu sera sans doute plus grand que Θ. Supposons toujours la vague isochrone avec le roulis; au point d'inflexion, le rappel commence, et, en même temps,

(1) La masse croît comme le cube des dimensions : la poussée et la pesanteur, qui produisent le mouvement orbitaire quand il a pris une fois naissance, croissent également comme ce cube : la résistance du liquide, qui tend au départ à entraîner le navire dans le mouvement orbitaire et finit par annuler les oscillations relatives d'avance ou de retard du navire par rapport à l'eau environnante, ne croît, au contraire, que proportionnellement au carré des dimensions. Plus le navire est grand, plus la résistance de l'eau mettra de temps à l'entraîner et à supprimer ces oscillations relatives.

le mouvement de l'eau se renverse et agit dans le sens du rappel ; la vitesse angulaire acquise au sommet, quand le navire sera vertical, dépassera celle qui résulterait de la seule stabilité. Les effets continueront dans le même sens sur le second versant de la vague et sur les vagues suivantes, et les roulis seront excessifs, tant que le navire n'aura pas pris le mouvement de translation de l'eau. C'est évidemment là un cas extrême, mais le raisonnement montre comment un accroissement subit de hauteur des vagues peut faire naître une augmentation de roulis bien supérieure à celle qui serait indiquée par les équations (97'), (97''), et comment de grands roulis peuvent être produits par le passage d'une ou deux vagues seulement ; il expliquerait même l'existence de roulis supérieurs aux *maxima* calculés dans le chapitre V, si de tels roulis venaient à être observés.

Cette pression hydrodynamique des vagues sur la carène des navires supposée ainsi immobile, est la force à laquelle Bouguer attribuait uniquement le roulis. Lorsque Bouguer recommandait de donner assez de rentrée pour que la pression exercée normalement sur les œuvres-mortes ne passât pas au-dessus du centre de gravité (1), son raisonnement n'était pas fondé, même au point de vue du choc des vagues. Ce choc, en effet, pour n'être pas apparent sur les œuvres-vives, ne s'en produit pas moins jusque sur la quille, et la pression résultante passe toujours bien au-dessous du centre de gravité ; pour diminuer le moment total de son action, il faudrait augmenter le plus possible le moment de l'effort sur les œu-

(1) *Traité de la manœuvre* p. 247 et suivantes.

vres-mortes et non point le diminuer. L'utilité de la rentrée s'explique par d'autres motifs indiqués plus haut; elle est utile à un point de vue général, mais elle se trouve précisément nuisible en ce qui regarde l'inclinaison produite par le choc d'une vague sur le navire immobile. Les conclusions de Bouguer, relatives à la propriété des navires très-stables de bien résister au choc des vagues par le travers, sont au contraire exactes. En effet, sur des navires ayant des plans de dérive semblables, le moment de la pression produite par le choc de l'eau est proportionnel au cube des dimensions et indépendant de la stabilité: l'inclinaison produite est donc inversement proportionnelle à la hauteur métacentrique $\rho - a$.

Après avoir indiqué les effets généraux de l'irrégularité de la houle, qui se manifestent avec d'autant plus de puissance que les navires sont plus grands, reprenons le cas des houles régulières qui finissent toujours par imprimer, à la longue, au bâtiment, les oscillations de leurs propres molécules, quelque lourde que soit la masse à mettre en mouvement.

47. — Le navire ayant une fois acquis son mouvement définitif de translation circulaire, la nature de ce mouvement et la poussée à laquelle le navire se trouve soumis en chaque point de sa trajectoire dépendent encore des dimensions relatives du navire et des vagues.

D'abord le mouvement exact de translation dépend de la distance a du centre de carène au centre de gravité. En effet, d'après les principes établis, le centre de gravité doit prendre, sauf à tenir un compte à part de l'action des résistances, le mouvement de la molécule de la houle dont le centre de carène tiendrait la place, si ce dernier centre occupait constamment dans la houle la

position d'une même molécule. En raison de sa distance invariable au centre de gravité, en raison du roulis de vagues, qui le ramène sur la normale à la houle abaissée du centre de gravité sur la houle, en raison surtout du roulis relatif, le centre de carène décrit une trajectoire qui diffère de la trochoïde décrite par l'une quelconque des molécules d'eau. La trajectoire du centre de carène fût-elle, d'ailleurs, une trochoïde, celle du centre de gravité serait différente, en raison de la position géométrique de ce point par rapport au centre de carène. De là des mouvements oscillatoires très-complexes, exécutés dans le sens horizontal et dans le sens vertical, synchrones les uns avec la houle, les autres avec le roulis relatif. Ces mouvements tendent à s'annuler quand la valeur de a devient très-petite par rapport aux dimensions de la houle, et le mouvement de la position d'équilibre se rapproche par suite de l'oscillation angulaire θ donnée par l'équation (13). Il n'est guère possible de tenir compte de ces effets complexes, non plus que d'une foule de circonstances secondaires telles que l'influence de la courbure des couches sur la résistance active et la résistance passive. Nous passons de suite aux effets plus importants dont on peut obtenir une évaluation exacte.

Nous avons supposé jusqu'ici que, dans tous les points du volume immergé de la carène, la poussée F par unité de volume était constante en intensité et en direction. Cette constance n'existe pas; de là des corrections qui méritent d'être étudiées en détail.

48. — Les principales corrections sur la poussée consistent dans le calcul de trois coefficients de réduction qui dépendent des dimensions du navire et des vagues et par lesquels il convient de multiplier Θ dans l'équation

du roulis. Le premier coefficient, que j'appelle μ, est le rapport entre l'inclinaison moyenne θ_m de la poussée le long des arcs de trochoïde du volume déplacé et l'inclinaison maximum Θ au point d'inflexion, en supposant toutes les couches horizontales parallèles à la couche supérieure. Le second, μ', est le rapport entre la moyenne des inclinaisons Θ qui décroissent sur les différentes couches à mesure que l'on s'enfonce, et l'inclinaison à la surface supérieure. Le troisième, μ'', est le rapport entre l'inclinaison Θ_1 du navire pour laquelle le bras de levier du couple de stabilité s'annule réellement et l'inclinaison Θ de la houle; ces deux angles diffèrent entr'eux, par suite de l'effet des variations de la poussée sur la position du point d'application de la poussée résultante.

49. — Le calcul du coefficient μ se divise en deux parties.

Il faut dresser d'abord un tableau des valeurs de μ, pour des arcs de diverses longueurs pris sur une même trochoïde et ayant leur corde partagée par le point d'inflexion de cette trochoïde en deux parties égales. Ces valeurs de μ sont égales, suivant la remarque de M. de Saint-Venant (1), aux rapports entre les coefficients angulaires des cordes et ceux des tangentes aux points d'inflexion, si l'on admet que de petits arcs de trochoïdes, ds, peuvent être remplacés dans les calculs par leurs projections dx sur l'axe des x; d'après ce point de départ, assez exact pour les houles peu inclinées, on peut calculer facilement une expression approchée du coefficient μ.

Mes calculs, antérieurs à la remarque de M. de St-Venant, donnent une valeur plus compliquée et un peu

(1) *Du roulis sur mer houleuse*, p. 49, 50.

plus exacte de μ (1) : en appelant t_1 le temps nécessaire à une molécule liquide pour parcourir l'une ou l'autre des deux moitiés de l'arc séparées par le point d'inflexion, c'est-à-dire en supposant que les coordonnées des deux extrémités de l'arc s'obtiennent en faisant dans les équations (1),

$$t = \frac{T}{2} - t_1 \quad \text{et} \quad t = \frac{T}{2} + t_1,$$

et, en prenant pour valeur de μ

$$\frac{\operatorname{tang} \theta_m}{\operatorname{tang} \Theta} \quad \text{au lieu de} \quad \frac{\theta_m}{\Theta},$$

la valeur de ce coefficient en fonction de t_1 est

$$(124) \qquad \mu = \frac{L\,T}{2\,\pi^2 h\, t_1} \text{ log. nép. } \frac{1 + \dfrac{\pi h}{L} \sin \dfrac{\pi t_1}{T}}{1 - \dfrac{\pi h}{L} \sin \pi \dfrac{t_1}{T}}.$$

D'un autre côté, la longueur totale de la corde de l'arc considéré étant égale à d, le rapport de cette longueur à la demi-longueur des vagues est donné, en fonction de la même variable t_1, par l'équation

$$(125) \qquad \frac{d}{L} = \sqrt{\left(2\,\frac{t_1}{T}\right)^2 + \left(2\,\frac{h}{L} \sin \pi \frac{t_1}{T}\right)^2}.$$

Etant donné une certaine valeur de $\frac{h}{L}$, les deux équa-

(1) Voir le *Complément à l'étude* n° 11, p. 35, 36, et les *Notes sur la théorie et l'obs.*, note F, p. 52 et suivantes.

tions (124), (125) permettent de dresser le tableau de μ et celui de $\frac{d}{L}$ en fonction de t_1, et de déterminer ainsi μ en fonction de $\frac{d}{L}$. J'ai fait le calcul pour les deux valeurs de $\frac{h}{L}$ déjà adoptées, 0,05 et 0,10, et j'ai obtenu ainsi les deux tableaux qui sont réunis dans le suivant.

$\pi \frac{t_1}{T} = \varepsilon t_1$	1er cas, $\frac{h}{L} = 0{,}05$		2e cas, $\frac{h}{L} = 0{,}10$	
	$\frac{d}{L}$	μ	$\frac{d}{L}$	μ
0°	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000
22°, 30′	0,2529	0,9757	0,2585	0,9831
45°	0,5050	0,9040	0,5196	0,9178
67°, 30′	0,7623	0,7901	0,7789	0,8074
90°	1,0061	0,6454	1,0198	0,6589
112°, 30′	1,2574	0,4741	1,2675	0,4845
135°	1,5017	0,3013	1,5066	0,3059
157°, 30′	1,7504	0,1394	1,7517	0,1404
180°	2,0000	0,0000	2,0000	0,0000

Pour se servir de ce tableau, il faut le mettre sous forme de courbes construites avec $\frac{d}{L}$ pour abscisses et μ pour ordonnées. On obtient la valeur de μ pour un certain navire et une certaine houle, en relevant un tableau

des ordonnées complètes, d, d'un bord à l'autre, de la carène hors bordé; on divise toutes ces ordonnées d par la demi-longueur L de la houle considérée; on prend sur la courbe les valeurs de μ correspondant à tous ces rapports; on multiplie chaque valeur de μ par la valeur de d correspondante; on fait la somme des produits $d\mu$ et la somme des ordonnées d; on divise enfin la première somme par la seconde. Le coefficient μ pour tout l'ensemble de la carène, c'est-à-dire pour le navire, sur la houle considérée, est égal à

$$\frac{\sum d\mu}{\sum d},$$

sauf une différence évidemment négligeable due à la différence entre la forme de la carène entrant dans les calculs et celle de la partie plongée d'un navire qui roule en immergeant sans cesse un onglet des œuvres-mortes, et en émergeant un onglet de la carène.

Ce dernier calcul est laborieux, mais, quand on l'a exécuté pour un certain nombre de navires dont la largeur moyenne est l_m (1), on reconnaît, en portant en abscisses les valeurs du rapport de l_m à L et en ordonnées les valeurs de μ correspondantes, que les points obtenus forment une constellation s'écartant peu d'une certaine courbe moyenne, et l'on peut ensuite se servir de cette courbe pour évaluer immédiatement les valeurs de μ correspondant à une valeur quelconque du rapport de l_m à L. Pour des houles présentant le rapport de h à L égal

(1) La largeur l_m est égale au quotient du volume V de la carène par la surface du plan de dérive.

à 0,05, les valeurs de μ que j'ai calculées directement (1) donnent le tableau suivant relevé sur la courbe en question et propre à la reconstruire.

$\frac{l_m}{L}$	μ
0,0	1,000
0,1	0,992
0,2	0,967
0,3	0,924
0,4	0,855
0,5	0,764
0,6	0,668
0,7	0,583
0,8	0,510
0,9	0,445
1,0	0,388

Je n'ai pas calculé les valeurs de μ en fonction de l_m et de L pour les houles présentant le rapport 0,1 entre h et L, parce que le tableau des valeurs de μ en fonction de $\frac{d}{L}$ de la page 99 montre que ces valeurs sont à peu près les mêmes pour cette inclinaison de houle et pour celle correspondant au rapport 0,05. En se servant du tableau qui précède pour les houles au rapport 0,1, on reste dans la

(1) *Complément à l'étude*, n° 11, p. 37, 38.

limite des erreurs que comporte le degré d'approximation inhérent à l'emploi même de la courbe.

Nous venons de tenir compte de la forme des couches horizontales pour attribuer à la poussée sa direction exacte en chaque point, mais nous n'avons pas considéré la forme exacte du volume de carène, qui, sur la houle, ne se termine plus par un plan à la partie supérieure. Au-dessus du plan passant dans le navire par la corde de la trochoïde supérieure, se trouve, du côté du sommet de la vague, un segment immergé, tandis qu'au contraire il en manque un au-dessous de ce plan, du côté du creux de la vague. Nous ne tiendrons pas compte de cet effet, qui porte sur de très-petits volumes seulement; son influence reste très-petite, même pour le cas où d devient égal à 2L et où μ devient égal à zéro.

50. — Le second coefficient μ', destiné à tenir compte de la diminution de pente des couches de niveau à mesure que l'on s'enfonce et à faire entrer l'inclinaison moyenne des couches que coupe la carène à la place de l'inclinaison de la couche supérieure, se calcule facilement en prenant, au lieu de l'inclinaison moyenne, l'inclinaison de la couche qui passe par le centre de carène, à une hauteur z au-dessous de la flottaison donnée dans les tableaux de déplacement des navires. La valeur de μ' est fournie par l'équation (18 ter); on a

$$\log. \mu' = - \pi \mathrm{M} \frac{z}{\mathrm{L}} = - 1{,}3643705 \frac{z}{\mathrm{L}}.$$

Cette valeur de μ' est indépendante de l'inclinaison des vagues : elle est donnée, pour toutes sortes de vagues, par le tableau suivant, à l'aide duquel il est facile d'en tracer la courbe.

$\frac{z}{L}$	μ'
0,0	1,00
0,03	0,910
0,06	0,828
0,09	0,754
0,12	0,686
0,15	0,624
0,18	0,568
0,21	0,517
0,24	0,470
0,27	0,428
0,30	0,390

La distance z du centre de carène à la flottaison est en général comprise entre le tiers et le quart de l'ordonnée moyenne l_m : les valeurs de μ' correspondent donc dans ce tableau aux mêmes navires et aux mêmes vagues, à peu près, que les valeurs de μ calculées plus haut pour des valeurs de l_m qui étaient 3,3 fois plus fortes que z. On voit que l'importance du coefficient μ' est notablement plus grande que celle de μ sur les houles très-longues ou pour les navires très-petits, et qu'elle lui est à peu près égale lorsque le rapport des dimensions du navire à la longueur des vagues devient considérable.

51. — Il reste à examiner le troisième coefficient, μ'', qui est destiné à rétablir dans sa véritable position le point

d'application de la poussée, et dont je n'avais pu tenir compte jusqu'ici, à cause de la difficulté de sa détermination. Ce coefficient μ'' exprime un effet qu'il est intéressant de connaître; mais il est certain d'avance qu'il est moins important que μ, puisqu'il doit différer peu de l'unité lorsque le rapport de d à L devient égal à 2.

Sur chaque couche de niveau, la poussée par unité de volume est plus grande, près du fond des vagues que près de leur sommet : le centre de poussée, sur le penchant d'une vague, pour une portion d'eau comprise entre deux surfaces voisines parallèles à la superficie, est donc plus voisin du fond de la vague, que le centre de gravité géométrique du volume compris entre ces couches. Sur un navire, le centre de poussée est par suite en C_1, sur la même couche de niveau que le centre de carène C et à une certaine distance de ce dernier, $C\,C_1 = m$, qui reste sensiblement constante, quelle que soit l'inclinaison φ du navire sur la vague.

Pour calculer à quelle diminution dans l'inclinaison Θ des vagues, équivaut ce déplacement du centre de poussée, il faut remarquer que la poussée V F appliquée en C_1 peut être remplacée par la poussée appliquée en C, plus un couple de redressement composé de la force V F appliquée en C_1 et de la force — V F appliquée en C. Le moment de ce couple de redressement est $-\,V\,F\,m$; la diminution, β, de l'angle Θ de la position d'équilibre du navire sur la vague, au point d'inflexion, avec la verticale, est déterminée par l'équation

$$V\,F\,(\rho - a)\sin\beta = V\,F\,m;$$

on tire de là, le petit arc β pouvant être substitué à son sinus,

$$\beta = \frac{m}{\rho - a}\cdot$$

C'est pour une inclinaison du navire égale à $\Theta - \beta$, que la poussée appliquée en C_1 passe par le centre de gravité G du navire.

L'angle Θ_1 qu'il faut ainsi substituer dans le calcul du roulis à l'inclinaison Θ des vagues est

$$\Theta_1 = \Theta - \frac{m}{\rho - a} = \Theta\left(1 - \frac{m}{(\rho - a)\,\Theta}\right);$$

dans le terme correcteur, qui est le coefficient μ'', remplaçons Θ par sa tangente, nous obtenons

$$\Theta_1 = \Theta\left(1 - \frac{L}{\pi h}\,\frac{m}{\rho - a}\right),$$

et nous avons ainsi

$$\mu'' = \frac{\Theta_1}{\Theta} = 1 - \frac{L}{\pi h}\,\frac{m}{\rho - a}.$$

Il s'agit de déterminer la valeur de m, qui est la seule inconnue entrant dans cette expression.

La marche à suivre est la même que celle adoptée pour calculer μ. Il faut prendre les valeurs particulières de m s'appliquant à chacune des ordonnées totales, d, de la carène prise isolément; il faut ensuite établir une moyenne proportionnelle à d entre toutes ces valeurs de m, c'est-à-dire diviser la somme des produits $m\,d$ par la somme des ordonnées d.

Le problème consiste d'abord, étant donné un arc de trochoïde de grandeur quelconque, divisé en deux parties égales par le point d'inflexion d'une vague, à calculer la distance m de la résultante des poussées élémentaires le long de cet arc au milieu de l'arc. La poussée par unité

de volume est, en chaque point de l'arc,

$$F = \delta \sqrt{1 + \left(\frac{\pi r}{L}\right)^2 - 2\frac{\pi r}{L}\cos \varepsilon t}.$$

Considérons comme développés suivant une ligne droite tous les arcs de trochoïdes dont la courbure a fait l'objet d'une première correction ; traçons une courbe en prenant les temps t pour abscisse et les valeurs du radical

$$\sqrt{1 + \left(\frac{\pi r}{L}\right)^2 - 2\frac{\pi r}{L}\cos \varepsilon t}$$

pour ordonnées. Les surfaces de cette courbe représentent, à une certaine échelle, les longueurs des arcs s dont l'équation (22 bis) donne la différentielle ; on a, en effet,

$$\int ds = \int \sqrt{\frac{gL}{\pi}} \sqrt{1 + \left(\frac{\pi r}{L}\right)^2 - 2\frac{\pi r}{L}\cos \varepsilon t}\ dt.$$

Prenons maintenant ces longueurs d'arcs pour abscisses et portons en ordonnées les valeurs de F, c'est-à-dire les ordonnées de la première courbe en tenant compte de l'échelle ; nous avons une nouvelle courbe ondulée dont les points d'inflexion correspondent encore à ceux des vagues. La surface d'une portion de cette courbe comprise entre deux ordonnées donne la poussée totale le long de l'arc compris entre les mêmes ordonnées, et le centre de gravité de cette surface est le point d'application de la poussée sur l'arc de trochoïde développé suivant l'axe des x.

Traçons une série d'ordonnées équidistantes ; considérons toutes les surfaces comprises entre deux ordonnées qui sont à une même distance s à droite et à gauche du

point d'inflexion; calculons les distances m' des centres de gravité de toutes ces surfaces à l'ordonnée du point d'inflexion. Nous admettrons que le rapport de m' à l'arc de trochoïde $2\,s$ est égal au rapport qui existerait entre m et d si nos trochoïdes rectifiées reprenaient leur forme réelle dans la houle.

Après avoir obtenu la valeur du rapport

$$\frac{m}{d} = \frac{1}{2}\,\frac{m'}{s}$$

en fonction du temps t, nous pouvons former un tableau des valeurs particulières de ce rapport pour les valeurs de εt variant de quantités régulières ; or, pour ces mêmes valeurs de εt, nous avons déjà les valeurs de $\frac{d}{L}$ calculées à l'occasion du coefficient μ; nous pouvons déduire immédiatement de là un tableau et une courbe donnant $\frac{m}{d}$ en fonction de $\frac{d}{L}$ (1).

(1) Tous les calculs relatifs au développement des arcs de trochoïde, à la valeur de la poussée pour un arc correspondant à une certaine durée t, et en général à la détermination de μ'', portent sur des fonctions elliptiques, comme l'indique la forme de la quantité sous radical.

Le calcul suivant donne l'expression des arcs et des poussées en fonctions elliptiques de la forme ordinaire.

Posons

$$\frac{\pi r}{L} = c, \qquad \varepsilon t = \tau, \qquad \sin(\tau + \psi) = c \sin\psi,$$

ψ étant une variable auxiliaire ; nous avons

$$\cos\tau = \cos\psi\sqrt{1 - c^2 \sin^2\psi} + c^2 \sin^2\psi,$$

Cette dernière courbe permet d'obtenir m connaissant d et L.

Voici le détail des calculs par lesquels il faut passer pour parvenir à ce résultat définitif : les résultats sont

d'où nous tirons, pour la valeur des dérivées de l'arc et de la poussée,

$$\sqrt{1 + c^2 - 2c\cos\tau} = c\cos\psi - \sqrt{1 - c^2\sin^2\psi};$$

nous avons aussi, en développant la valeur de sin $(\tau + \psi)$, différentiant et tirant la valeur de $d\tau$, égale à

$$\frac{c\cos\psi - \cos(\tau + \psi)}{\cos(\tau + \psi)} d\psi = \frac{c\cos\psi - \sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}} d\psi$$

Remplaçons $\sqrt{1 + c^2 - 2c\cos\tau}$ et $d\tau$ par leurs valeurs dans notre intégrale, celle-ci prend la forme

$$\int \frac{(c\cos\psi - \sqrt{1 - c^2\sin^2\psi})^2}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}} d\psi,$$

ou, en développant,

$$\int \frac{c^2\cos^2\psi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}} d\psi + \int \sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}\, d\psi - 2c\int \cos\psi\, d\psi,$$

ou enfin, en remplaçant $c^2\cos^2\psi$ par $c^2 - 1 + 1 - c^2\sin^2\psi$,

$$2\int \sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}\, d\psi + (c^2 - 1)\int \frac{d\psi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}} - 2c\sin\psi$$

c'est-à-dire

$$2\,\mathrm{E}(c, \psi) + (c^2 - 1)\,\mathrm{F}(c, \psi) - 2c\sin\psi,$$

en suivant la notation de Legendre. Les deux premiers termes sont des fonctions elliptiques de première et seconde espèce.

obtenus pour des vagues de deux inclinaisons différentes présentant les deux valeurs 0,05 et 0,10 du rapport de la hauteur à la longueur. Les courbes dont il a été question sont faciles à reproduire d'après les tableaux suivants.

1° TABLEAU DES VALEURS DE $\frac{2\pi h}{L}$ cos εt, EN FONCTION DE εt.

εt	$\frac{2\pi h}{L} \cos \varepsilon t$	
	$\frac{h}{L} = 0{,}05$	$\frac{h}{L} = 0{,}1$
0°	0,31416	0,62832
10°	0,30939	0,61877
20°	0,29521	0,59043
30°	0,27207	0,54414
40°	0,24066	0,48132
50°	0,20194	0,40387
60°	0,15708	0,31416
70°	0,10745	0,21490
80°	0,05455	0,10911
90°	0,00000	0,00000

Lorsque εt croît de 90° à 180°, le terme $\frac{2\pi h}{L}$ cos εt repasse par les mêmes valeurs, en ordre inverse, que lorsque εt croît de 0° à 90°. Le tableau qui précède suffit donc pour calculer toutes les valeurs de Q dans le tableau suivant.

2° TABLEAU DES VALEURS DE $Q = \sqrt{1 + \left(\frac{\pi h}{L}\right)^2 - \frac{2\pi h}{L} \cos \varepsilon t}$

EN FONCTION DE εt.

εt	VALEURS DE Q	
	$\frac{h}{L} = 0,05$	$\frac{h}{L} = 0,10$
0°	0,8429	0,6858
10°	0,8457	0,6920
20°	0,8541	0,7130
30°	0,8675	0,7447
40°	0,8854	0,7857
50°	0,9070	0,8336
60°	0,9314	0,8857
70°	0,9577	0,9401
80°	0,9849	0,9948
90°	1,0123	1,0470
100°	1,0388	1,0990
110°	1,0640	1,1461
120°	1,0871	1,1873
130°	1,1075	1,2258
140°	1,1249	1,2570
150°	1,1387	1,2817
160°	1,1489	1,2997
170°	1,1550	1,3105
180°	1,1571	1,3142

3° TABLEAU DU RAPPORT DE LA LONGUEUR s DES ARCS DE TROCHOÏDE A LA DEMI-LONGUEUR DE VAGUE L EN FONCTION DES ANGLES εt.

NOTA. — Le rapport $\frac{s}{L}$ a été d'abord obtenu multiplié par la constante 18, qui était introduite par la division en angles de 10°; on avait pris, en effet,

$$\Delta \varepsilon t = \frac{\pi}{18} \text{ d'où } \frac{\Delta \varepsilon t}{\pi} = \frac{1}{18}.$$

La valeur des arcs s est

$$s = \int \sqrt{\frac{gL}{\pi}} \sqrt{1 + \left(\frac{\pi h}{L}\right)^2 - \frac{2\pi h}{L} \cos \varepsilon t}\, dt =$$

$$= \frac{L}{\pi} \int \sqrt{1 + \left(\frac{\pi h}{L}\right)^2 - \frac{2\pi h}{L} \cos \varepsilon t}\; \varepsilon dt \text{ (1)}:$$

pour la calculer, j'ai tracé une courbe ayant εt pour abscisses et le radical pour ordonnées, et j'ai mesuré, non pas les surfaces, mais simplement les ordonnées moyennes Q, pour des valeurs de εt égales à 10°. Les surfaces de la courbe sont ainsi égales aux valeurs de Q multipliées par $\Delta \varepsilon t$; or les arcs Δs sont égaux aux surfaces multipliées par $\frac{L}{\pi}$, d'où

$$\Delta s = \frac{L}{\pi} \times Q \Delta \varepsilon t = \frac{LQ}{18},$$

d'où enfin $\frac{\Delta s}{L} = \frac{Q}{18}$.

(1) En effet on a, d'après l'équation (7),

$$\varepsilon^2 = \frac{g\pi}{L} \text{ d'où } \sqrt{\frac{gL}{\pi}} = \frac{\varepsilon L}{\pi}.$$

$\varepsilon l.$	$\frac{h}{L} = 0,05$		$\frac{h}{L} = 0,10$	
	$\frac{\Delta s}{L} = \frac{Q}{18}$	$\frac{s}{L} = \sum \Delta s$	$\frac{\Delta s}{L} = \frac{Q}{18}$	$\frac{s}{L} = \sum \Delta s$
0°		0,0000		0,0000
	0,0469		0,0382	
10°		0,0469		0,0382
	0,0472		0,0389	
20°		0,0941		0,0771
	0,0478		0,0405	
30°		0,1419		0,1176
	0,0487		0,0424	
40°		0,1906		0,1600
	0,0498		0,0450	
50°		0,2404		0,2050
	0,0510		0,0477	
60°		0,2914		0,2527
	0,0524		0,0508	
70°		0,3438		0,2575
	0,0540		0,0538	
80°		0,3978		0,3573
	0,0555		0,0568	
90°		0,4533		0,4141
	0,0569		0,0597	
100°		0,5102		0,4738
	0,0585		0,0623	
110°		0,5687		0,5361
	0,0597		0,0649	
120°		0,6284		0,6010
	0,0610		0,0671	
130°		0,6894		0,6681
	0,0621		0,0689	
140°		0,7515		0,7370
	0,0629		0,0706	
150°		0,8144		0,8076
	0,0636		0,0717	
160°		0,8780		0,8793
	0,0640		0,0726	
170°		0,9420		0,9519
	0,0642		0,0730	
180°		1,0062		1,0249

4° TABLEAUX DONNANT LE RAPPORT DE m' A s, POUR DES ARCS PRIS MOITIÉ A DROITE ET MOITIÉ A GAUCHE DES POINTS D'INFLEXION.

Il faut remarquer que les angles εt, correspondant aux deux arcs de trochoïde égaux séparés par le point d'inflexion, sont différents ; il faut prendre la moyenne entre ces deux valeurs de εt et considérer la valeur obtenue pour $\frac{m'}{s}$ comme correspondant à cette moyenne (1).

1er cas, $\frac{h}{L} = 0{,}05$

VERS LE CREUX εt_1	VERS LA CRÊTE εt_1	MOYENNE εt_1	$\frac{m'}{s}$
0°,0	0°,0	0°,0	0,00000
16°,5	15°,8	16°,15	0,00143
33°,9	31°,0	32°,45	0,00717
52°,1	45°,8	48°,95	0,01594
71°,0	65°,2	65°,60	0,02711
90°,0	74°,5	82°,25	0,04027
109°,2	88°,5	98°,85	0,05342
128°,0	102°,6	115°,30	0,06698
146°,1	116°,8	131°,45	0,07775
163°,5	131°,1	147°,30	0,08572
180°,0	145°,8	162°,90	0,09130
195°,0	161°,0	178°,80	0,09330

(1) Ces tableaux renferment seulement une sur deux des valeurs que j'ai calculées.

2e cas, $\frac{h}{L} = 0,10$

VERS LE CREUX εt_1	VERS LA CRÊTE εt_1	MOYENNE εt_1	$\frac{m'}{s}$
0°,0	0°,0	0°,00	0,00000
25°,0	22°,1	23°,55	0,00605
54°,0	42°,6	48°,30	0,02677
88°,4	62°,0	75°,20	0,06150
122°,8	80°,8	101°,80	0,09746
152°,5	99°,20	125°,85	0,12831
177°,8	118°,00	147°,90	0,14723
200°,2	137°,4	168°,80	0,15556
220°,8	157°,8	189°,30	0,15414
240°,3	180°,0	210°,15	0,14382

5° TABLEAUX DONNANT $\frac{m}{L}$ EN FONCTION DE $\frac{d}{L}$.

Comme les valeurs de $\frac{d}{L}$, dont on se sert le plus, sont très-faibles, il importe d'avoir surtout un tableau bien exact à l'origine. Il faut prendre d'abord des valeurs de εt croissant de 5° en 5° seulement; on peut ensuite, à partir de $\varepsilon t = 20°$, fait croître cet angle de quantités égales chacune à 22°, 30′, comme dans le calcul de μ.

Faute de prendre ces précautions, les valeurs de m' les plus usuelles ne seraient déterminées par les courbes que d'une manière très-imparfaite.

1er cas, $\frac{h}{L} = 0,05$.

εt_1	$\frac{d}{L}$	$\frac{m'}{s}$	$\frac{d}{L} \times \frac{m'}{s} = 2\frac{m}{L}$
0°	0,0000	0,00000	0,0000000
5°	0,0562	0,00015	0,0000084
10°	0,1124	0,00050	0,0000562
15°	0,1699	0,00125	0,000215
22°,30′	0,2529	0,0034	0,00086
45°	0,5050	0,0136	0,00687
67°,30′	0,7623	0,0285	0,02173
90°	1,0061	0,0465	0,04678
112°,30′	1,2574	0,0648	0,08148
135°	1,5017	0,0800	0,12014
157°,30′	1,7504	0,0896	0,15684
180°	2,0000	0,0935	0,1870

Le second tableau est intéressant à connaître, parce que, pour m' et par suite pour μ'', contrairement à ce qui a lieu pour μ, on a des valeurs différentes selon que l'on considère des vagues présentant le rapport 0,05 ou le rapport 0,10 entre h et L.

$$2^e \text{ cas } \frac{h}{L} = 0{,}10.$$

εt_1	$\frac{d}{L}$	$\frac{m'}{s}$	$\frac{d}{L} \times \frac{m'}{s} = 2\frac{m}{L}$
0°	0,0000	0,0000	0,0000000
5°	0,0582	0,0002	0,0000116
10°	0,1164	0,0008	0,0000931
15°	0,1743	0,0020	0,000348
22°,30′	0,2585	0,0053	0,00137
45°	0,5196	0,0233	0,01211
67°,30′	0,7789	0,0496	0,03862
90°	1,0198	0,0813	0,08291
112°,30′	1,2675	0,1120	0,14196
135°	1,5066	0,1370	0,20641
157°,30′	1,7517	0,1522	0,26660
180°	2,0000	0,1560	0,3120

Pour obtenir le sixième et dernier tableau, destiné à fournir la valeur de m pour un navire et une houle donnés, j'ai calculé directement, et à l'aide des tableaux complets des ordonnées de la carène, 9 valeurs de $\frac{m}{l_m}$ correspondant à 7 valeurs du rapport de l_m à L croissant à peu près en progression géométrique. Les navires pris pour types ont été le *Magenta* considéré sur deux houles diffé-

rentes de 200ᵐ et de 50ᵐ de demi-longueur, le *Calvados*, considéré sur trois houles différentes de 100ᵐ, de 50ᵐ et de 25ᵐ de demi-longueur, l'*Atalante* sur deux houles de 80ᵐ et de 20ᵐ de demi-longueur. Les résultats ont donné, pour chacune des deux inclinaisons de houle considérées, 7 points d'une courbe propre à déterminer la valeur de $\frac{m}{l_m}$ en fonction de $\frac{l_m}{L}$. Les tableaux suivants ont été relevés en traçant sur ces courbes des ordonnées équidistantes dont les longueurs ont été mesurées.

6° TABLEAU DONNANT $\frac{m}{l_m}$ EN FONCTION DE $\frac{l_m}{L}$.

$\frac{l_m}{L}$	$\frac{m}{l_m}$ 1er CAS $\frac{h}{L} = 0,05$	$\frac{m}{l_m}$ 2e CAS $\frac{h}{L} = 0,10$
0,04	0,00011	0,00014
0,08	0,00050	0,00057
0,12	0,00122	0,00180
0,16	0,00233	0,00360
0,20	0,00377	0,00598
0,24	0,00546	0,00880
0,28	0,00733	0,01190
0,32	0,00920	0,01506
0,36	0,01105	0,01830
0,40	0,01285	0,02140

Connaissant l'ordonnée moyenne d'une carène l_m, qui est égale au quotient du volume de la carène par la surface du plan de dérive, et la hauteur métacentrique $\rho - a$, on aura la valeur du coefficient μ'', pour une houle quelconque, par la formule

$$\mu'' = 1 - \frac{\pi h}{L} \frac{m}{\rho - a}.$$

Le tableau précédent des valeurs de m' ne permet de calculer μ'' que pour les deux houles spéciales auxquelles il se rapporte; cependant, si le rapport de l_m à L est faible, on peut obtenir par interpolation des valeurs très-approchées de μ'' pour des houles d'une inclinaison intermédiaire entre celles considérées.

52. — L'influence des trois coefficients μ, μ', μ'', par lesquels il faut multiplier l'inclinaison Θ de la houle, avant de la faire entrer dans les calculs du roulis, est toute différente, selon que l'on considère le roulis maximum ou bien le roulis moyen, l'ecclisité ou l'agitation du navire.

La houle étant donnée, les trois coefficients conduisent à une réduction d'autant plus forte que les dimensions du navire sont plus considérables et, à dimensions égales, que la hauteur métacentrique qui entre dans l'expression de μ'' est plus faible.

Le navire étant donné, l'importance des trois coefficients croît rapidement quand les dimensions de la houle diminuent et inversement.

Pour l'étude de l'ecclisité, il faut considérer chaque navire sur sa houle synchrone. Reprenons le tableau déjà donné à la fin du *Complément*, et, aux valeurs des coefficients μ et μ' qu'il renferme, ajoutons celles du coefficient μ'' : faisons de plus figurer les navires dont le coefficient d'ecclisité N a été mesuré. Nous trouvons :

TABLEAU CALCULÉ EN SUPPOSANT $\frac{h}{L} = 0,05$.

	T_n	μ	μ'	μ''	$\mu\ \mu'\ \mu''$
Rochambeau......	3″,8	0,96	0,82	0,98	0,76
Magenta..........	7″,2	1,00	0,94	1,00	0,94
Couronne.........	5″,3	0,99	0,86	0,99	0,84
Flandre...........	6″,0	0,99	0,92	1,00	0,91
Atalante	5″,3	0,99	0,92	0,99	0,90
Calvados..........	5″,5	0,99	0,93	1,00	0,92
Onondaga.........	2″,66	0,81	0,80	0,97	0,63
Château-Renaud...	4″,4	0,99	0,92	1,00	0,91
Protectrice........	3″,08	0,95	0,86	0,99	0,80
Hirondelle........	4″,3	1,00	0,93	1,00	0,93
Renard........ .	5″,7	1,00	0,96	1,00	0,96
Corse.............	3″,0	0,99	0,88	1,00	0,87

Ce tableau montre d'abord que le coefficient μ'' est, ainsi que je le supposais dans une publication antérieure, beaucoup moins important que μ et μ', et qu'il est négligeable dans la plupart des calculs.

Le produit des trois coefficients $\mu\ \mu'\ \mu''$ reste compris entre 0,84 et 0,96 pour tous les navires de mer proprement dits : il tombe à 0,80 et au-dessous, pour les navires garde-côtes *Rochambeau* et *Protectrice* : il descend à une valeur de 0,63 pour le monitor *Onondaga*, dont il réduit par suite le roulis maximum dans le rapport 0,8

environ, puisque le roulis est proportionnel à la racine carrée de Θ et par conséquent à la racine carrée du produit $\mu\,\mu'\,\mu''$.

Pour se rendre un compte exact de l'importance attachée aux coefficients réducteurs μ, μ', μ'', il ne faut pas perdre de vue les considérations suivantes.

D'abord, la valeur du roulis maximum étant

$$\Phi = \sqrt{\frac{3}{4}\,\frac{\sum m r^2}{M_1}\,\Theta\,\mu\,\mu'\,\mu''},$$

il faut remarquer que les très-grandes valeurs de $\mu\,\mu'\,\mu''$ sont attachées à des valeurs excessives de la largeur des navires. Or les navires, dans lesquels l'une des dimensions transversales, largeur ou creux, dépasse de beaucoup l'autre, présentent des moments d'inertie $\Sigma\, m\, r^2$ très-considérables par rapport à M_1, et il peut arriver que le produit $\Sigma\, m\, r^2\,\mu\,\mu'\,\mu''$ soit aussi grand ou même plus grand, relativement à M_1, que sur les navires ordinaires. C'est sans doute ce qui avait lieu pour le *Rochambeau*, puisque ce navire, qui avait une durée d'oscillation peu différente de celle de l'aviso le *Limier*, atteignait les mêmes amplitudes de roulis que ce navire, pendant la campagne de la Baltique, lorsqu'ils recevaient l'un et l'autre la houle par le travers. Sur les navires extrêmement plats comme les monitors et certaines canonnières américaines, il est possible que la valeur de M_1, qui est inhérente à une flottaison très-large même aux extrémités, contrebalance la grande valeur de $\Sigma\, m\, r^2$ et que l'on bénéficie en somme de la diminution de $\mu\,\mu'\,\mu''$; mais il semblera toujours bien aléatoire de chercher ainsi une diminution notable du roulis maximum dans un accroissement exagéré de la largeur.

En second lieu, le tableau précédent suppose une inclinaison égale pour les houles isochrones de tous les

navires ; le rapport de h à L a été supposé constamment de 0,05, valeur qu'il ne dépasse pas en effet sur les houles synchrones avec les roulis du *Magenta*, ou même de la *Flandre*. Or l'inclinaison semble croître assez rapidement, à mesure que la grandeur diminue ; il est possible, par exemple, comme l'indiquent les nombres cités dans l'étude des vagues, que les vagues synchrones du *Rochambeau* aient une inclinaison double de celles du *Magenta*, et celles de l'*Onondaga* une inclinaison presque triple. Comme les grandes valeurs de $\mu\ \mu'\ \mu''$ sont attachées à de faibles valeurs de la longueur des vagues, il est donc possible qu'en somme, le produit $\Theta\ \mu\ \mu'\ \mu''$ soit d'autant plus grand que le produit $\mu\ \mu'\ \mu''$ est plus faible. On ne saurait d'ailleurs discuter ce point d'une manière précise, faute de données suffisantes sur la mer.

En résumé, l'influence des trois coefficients $\mu\ \mu'\ \mu''$ n'est pas absolue ; elle se trouve liée à celle du coefficient N et à la loi qui lie Θ à T : les causes qui tendent à diminuer le produit $\mu\ \mu'\ \mu''$ agissent en même temps de manière à augmenter le roulis maximum tel qu'il résulterait seulement des données principales N et Θ.

Tandis que l'importance des coefficients μ, μ', μ'', au point de vue du roulis maximum, est une donnée fort complexe qui dépend à la fois des dimensions et de la durée d'oscillation T_n, l'influence de ces mêmes coefficients sur le roulis moyen est beaucoup plus simple. En effet, sauf une certaine complication due au facteur $\rho - a$ dans μ'', on peut dire qu'en règle générale le produit $\mu\ \mu'\ \mu''$ est d'autant moindre, pour une houle donnée, que l'on considère un navire ayant des dimensions plus fortes en largeur et en profondeur.

Le roulis moyen ne saurait être, dans l'état actuel des connaissances sur la mer, l'objet d'aucune appréciation

exacte. On peut toutefois se faire une idée de l'influence des causes réductrices dont nous nous occupons sur les mouvements habituels, en calculant la valeur de $\mu\,\mu'\,\mu''$ sur deux houles, l'une de 25^m et l'autre de 50^m de demi-longueur, qui sont vraisemblablement au nombre de celles qui se présentent le plus souvent sur nos côtes de l'Atlantique; comme le rapport de h à L pour ces houles peut dépasser la valeur 0,05, nous le supposerons égal successivement à 0,05 et 0,10, dans le calcul de μ''.

1re houle, — $L = 25^m$

	μ	μ'	$\frac{h}{L} = 0{,}05$		$\frac{h}{L} = 0{,}10$	
			μ''	$\mu\,\mu'\,\mu''$	μ''	$\mu\,\mu'\,\mu''$
Rochambeau....	0,84	0,70	0,99	0,58	0,98	0,58
Magenta........	0,85	0,67	0,98	0,56	0,93	0,53
Couronne.......	0,86	0,68	0,99	0,58	0,96	0,56
Flandre.........	0,87	0,70	0,99	0,60	0,97	0,59
Atalante........	0,90	0,74	0,99	0,66	0,96	0,64
Calvados........	0,93	0,76	0,99	0,70	0,98	0,69
Onondaga.......	0,86	0,82	1,00	0,70	0,99	0,70
Château-Renaud.	0,97	0,83	1,00	0,80	1,00	0,80
Protectrice......	0,81	0,84	0,99	0,67	0,98	0,67
Hirondelle.. ...	0,98	0,85	1,00	0,83	1,00	0,83
Renard.........	0,98	0,85	1,00	0,83	0,99	0,83
Corse...........	0,99	0,87	1,00	0,86	1,00	0,86

2^e^ houle, — L = 50^m^

	μ	μ'	$\frac{h}{L} = 0{,}05$		$\frac{h}{L} = 0{,}10$	
			μ''	$\mu\mu'\mu''$	μ''	$\mu\mu'\mu''$
Rochambeau....	0,96	0,84	1,00	0,81	0,99	0,80
Magenta........	0,97	0,82	1,00	0,80	0,98	0,78
Couronne.......	0,97	0,82	1,00	0,80	0,99	0,78
Flandre.........	0,97	0,84	1,00	0,81	0,99	0,80
Atalante........	0,98	0,86	1,00	0,84	0,99	0,83
Calvados........	0,98	0,87	1,00	0,85	1,00	0,85
Onondaga.......	0,97	0,91	1,00	0,88	1,00	0,88
Château-Renaud.	1,00	0,91	1,00	0,91	1,00	0,91
Protectrice......	0,96	0,91	1,00	0,87	0,99	0,87
Hirondelle......	1,00	0,92	1,00	0,92	1,00	0,92
Renard.........	1,00	0,92	1,00	0,92	1,00	0,92
Corse...........	1,00	0,93	1,00	0,93	1,00	0,93

L'inspection de ces deux tableaux et surtout du premier, montre que la distance angulaire entre la direction de la poussée résultante et celle de la normale à la houle atteint de plus grandes valeurs et joue un plus grand rôle lorsqu'il s'agit du roulis moyen, que lorsque l'on considère seulement le roulis maximum.

En comparant les trois coefficients entr'eux, on voit que μ' est le plus important de beaucoup. Parmi les

dimensions absolues, c'est donc la distance du centre de carène à la flottaison, et par suite la profondeur de la carène qu'il faudrait augmenter, de préférence, au point de vue du produit $\mu\, \mu'\, \mu''$, pour diminuer le roulis moyen.

Il y aura sans doute d'autres conclusions à tirer de ces valeurs du produit $\mu\, \mu'\, \mu''$, l'une des rares données sur le roulis que l'on puisse obtenir exactement par le calcul, d'après le seul plan des formes des navires. Il n'est pas possible de poser de règle certaine, soit pour le roulis maximum, soit pour le roulis moyen, tant que l'on ne connaîtra pas la durée moyenne des vagues, la loi de leur inclinaison en fonction de leur longueur, et l'influence du rapport de T à T_n sur l'amplitude du roulis. Il ne faut pas perdre de vue, non plus, que les dimensions, dont dépend le produit $\mu\, \mu'\, \mu''$, déterminent aussi la valeur de T_n et du coefficient N, et que c'est en somme le rapport de $\mu\, \mu'\, \mu''$ à N qu'il faut rendre aussi faible que possible.

En résumé, il faut considérer les effets exprimés par les trois coefficients $\mu\, \mu'\, \mu''$, seulement comme de simples correctifs dus à des causes secondaires, les données capitales propres à caractériser un roulis au point de vue du roulis moyen ou maximum étant toujours N et T_n. Cependant ces termes correcteurs ne doivent pas être perdus de vue, lorsque l'on étudie le roulis des navires d'après les lois établies pour les flotteurs ; ainsi lorsque l'on viendra à discuter, à l'aide d'expériences à la mer, le rôle des données Θ et T de la vague, N et T_n du navire, il faudra faire subir à Θ la correction des trois coefficients $\mu\, \mu'\, \mu''$. Sans cette précaution, on établirait d'une manière fort inexacte la loi suivant laquelle, à inclinaison égale des vagues, le roulis dépend du rapport de T à T_n.

NOTE SUR LES VAGUES

DE HAUTEUR ET DE VITESSE VARIABLES.

Les vagues de forme et de vitesse parfaitement constantes que nous avons considérées dans l'*Etude sur la houle et le roulis*, constituent l'agitation principale de la mer ; nous l'avons vérifié en comparant leurs équations théoriques aux données de l'expérience dans le n° 9 du *Complément*. Mais, à côté de ce phénomène si justement qualifié parfois du nom de *houle de fond*, on constate souvent l'existence d'ondes qui s'élèvent, s'affaissent et se relèvent sous l'œil de l'observateur, paraissent douées d'une vitesse relativement faible, et présentent en général peu de largeur dans le sens des génératrices. Ces ondes, auxquelles on a cru devoir appliquer particulièrement le nom de *lames*, en les distinguant par les caractères précédents, auxquels s'ajoute souvent celui d'une grande acuité, peuvent résulter, comme nous allons le voir, de mouvements moléculaires assez simples à concevoir, bien que compliqués dans leur expression algébrique. Les calculs suivants donnent l'explication générale du phénomène et même ses caractères précis dans un cas encore fort étendu qui se prête assez facilement à l'analyse.

Considérons la superposition de la houle et du clapotis représentés par les équations (3) et (44) des *Données sur les vagues et le roulis*, en appelant r la demi-hauteur de la houle, et r' celle du clapotis. Le mouvement résultant, que l'on pourrait aussi, d'après la composition du clapotis, considérer comme produit par la superposition de deux houles, est représenté sur la planche ci-jointe ; on reconnaît, par un calcul très-simple, que les trajectoires

sont toutes, des ellipses semblables ayant pour demi-axes $r + r'$ et r ; les grands axes coïncident en direction avec les trajectoires des molécules dans le clapotis.

Les abscisses x_0 des sommets et des creux, qui sont égales à celles des centres d'oscillations de ces points, sont déterminées par l'équation

$$(1) \qquad \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{U} x_0 = \frac{r}{r + r'} \operatorname{tang} \varepsilon t ;$$

par suite, la vitesse des sommets et des creux est

$$(2) \quad \Upsilon = \frac{dx_0}{dt} = U \frac{r}{r + r'} \frac{1}{\cos^2 \varepsilon t + \left(\frac{r}{r + r'}\right)^2 \sin^2 \varepsilon t}.$$

La hauteur des vagues H est égale à l'ordonnée $y + z$ correspondant à x_0

$$(3) \qquad H = (r + r') \sqrt{\cos^2 \varepsilon t + \frac{r}{r + r'} \sin^2 \varepsilon t.}$$

Ainsi la hauteur et la vitesse varient toutes deux avec le temps et en sens inverse l'une de l'autre. Le maximum et le minimum de Υ sont $U \frac{r + r'}{r}$ et $U \frac{r}{r + r'}$; le minimum et le maximum correspondants de H sont r et $r + r'$. La vitesse peut, comme on voit, être très-faible au moment où la hauteur atteint son maximum.

L'espace parcouru par une vague entre un maximum et un minimum de hauteur est $\frac{1}{2}$ L.

Supposons maintenant que nous superposions les deux mouvements après avoir ajouté $\frac{\pi}{2}$ aux angles $(\varepsilon t + \frac{\varepsilon}{U} x_0)$, dans les équations (3) de la houle ; le mouvement

résultant ne pourrait plus alors être produit par deux houles seulement. Les équations du mouvement et des orbites sont analogues à celles des cas précédents. Ce sont les petits axes qui coïncident cette fois avec les trajectoires du clapotis ; les demi-axes ont pour longueurs r et $r - r'$. L'équation (1) devient

$$(4) \qquad \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{U} x_0 = \frac{r}{r - r'} \operatorname{tang} \varepsilon t.$$

Les équations (2) et (3) sont modifiées en conséquence. La hauteur maximum est r, la hauteur minimum $r - r'$; la vitesse maximum est $U \frac{r}{r - r'}$, la vitesse minimum est $U \frac{r - r'}{r}$. La longueur parcourue entre deux maximum de hauteur est toujours $\frac{1}{2}$ L.

Ce deuxième cas mérite une attention toute particulière quand on suppose $r = r'$, parce que le mouvement résultant devient alors un clapotis identique à celui qui entre dans sa composition, sauf que l'origine des temps et celle des abscisses ne sont pas les mêmes. Le clapotis, qui se rencontre si rarement avec les caractères tranchés qui ressortent des équations du chapitre III des *Données sur les vagues et le roulis*, nous apparaît ainsi comme la limite du mouvement des vagues de hauteur et de vitesse variables; la vitesse des vagues, au moment de la hauteur maximum $2r$, a diminué jusqu'à devenir nulle ; la vitesse, au moment de la hauteur minimum zéro, est devenue infinie ; par cette vitesse de translation infinie, les ondes du clapotis se relient les uns aux autres par une propagation continue, comme celles de la houle.

Si, dans l'un et dans l'autre des deux modes de super-

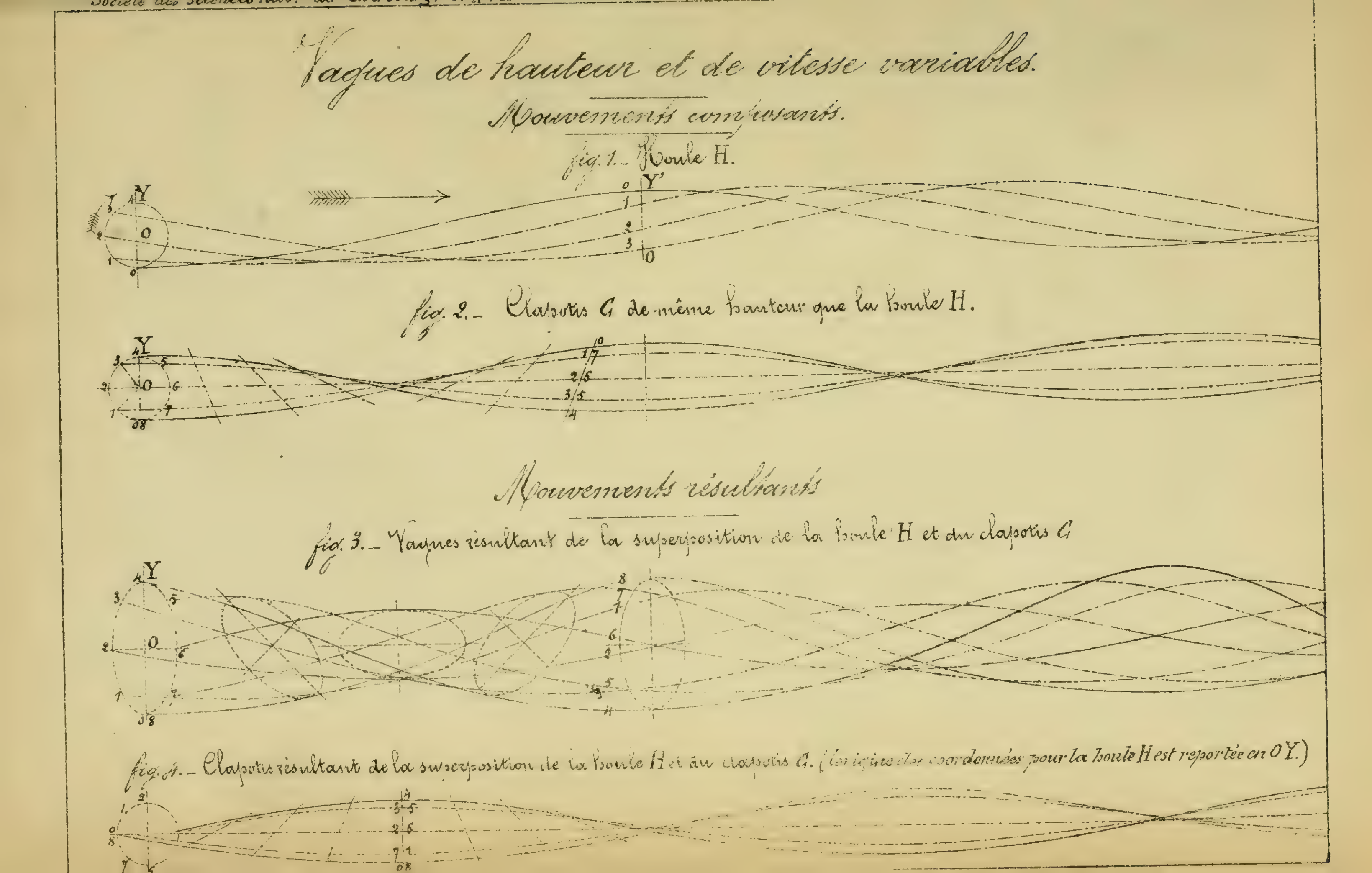
position considérés, on considère diverses valeurs de r et de r', on trouvera des mouvements très-variés ; il en sera de même si l'on suppose aux deux mouvements composants, des concordances diverses, intermédiaires entre les deux concordances considérées. Les systèmes d'ondes ainsi obtenus se composent d'ailleurs, chacun, de vagues qui passent par des états identiques et atteignent simultanément les mêmes phases.

Si, maintenant, on suppose que les ondes des deux mouvements composants diffèrent légèrement de longueur, la concordance des deux périodes ne sera plus la même pour les diverses parties de la mer. On a ainsi, soit à un instant donné, soit en un point donné, des séries périodiques de vagues qui n'atteignent plus simultanément les mêmes phases et qui, n'appartenant plus exactement au même système d'ondes, n'offrent pas les mêmes variations de hauteur et de vitesse.

Si l'on suppose enfin que les directions des deux mouvements ondulatoires font entr'elles un certain angle, on retrouve, dans les différentes parties d'une même onde prises dans le sens des génératrices, toutes les diverses concordances de phase et de période qui ont été considérées. C'est ainsi que les vagues de hauteur et de vitesse variables doivent souvent paraître très-courtes dans le sens de la largeur.

Ainsi se trouvent expliquées, en partant des lois mathématiques du mouvement de la houle, les formes habituelles et en apparence si complexes de l'agitation de l'Océan.




Vagues de hauteur et de vitesse variables.
Mouvements composants.
fig. 1. – Houle H.
fig. 2. – Clapotis C de même hauteur que la houle H.
Mouvements résultants
fig. 3. – Vagues résultant de la superposition de la houle H et du clapotis C
fig. 4. – Clapotis résultant de la superposition de la houle H et du clapotis C. (L'origine des coordonnées pour la houle H est reportée en OY.)

NOTES

SUR

QUELQUES ANIMAUX ET QUELQUES VÉGÉTAUX

RENCONTRÉS DANS LES MERS AUSTRALES ET DANS LES ILES DU GRAND-OCÉAN,

CONSIDÉRÉS AU POINT DE VUE DE LEUR CLASSIFICATION ET DE LEURS RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE,

PAR

Mr Henri JOUAN

Capitaine de vaisseau, Officier de la Légion d'Honneur.

Les pages suivantes avaient été écrites à la fin de 1869 pour répondre à l'appel de l'Académie de La Rochelle, qui avait mis au concours pour 1870, entre autres sujets : « une question quelconque se rattachant à l'histoire naturelle maritime, ayant une utilité pratique ». Les événements ont retardé la publication des résultats du concours jusqu'au mois de décembre 1872 ; la Section des sciences naturelles de l'Académie de La Rochelle a bien voulu décerner le deuxième prix au présent travail.

Il contient une série d'observations recueillies pendant plusieurs années de voyages ; mais, comme il est bien évident que je n'ai pas pu tout voir, j'ai joint à mes propres remarques celles des navigateurs qui m'ont paru mériter le plus de confiance, et celles des naturalistes qui ont écrit sur les mêmes sujets. Je dirai sans aucun détour (et, du reste, on s'en apercevra aisément) que ces remarques tiennent ici une très-grande place, mais j'ai pensé qu'il y aurait quelque avantage à grouper ensemble, sous les yeux du lecteur, des faits éparpillés dans

cent ouvrages différents : je ne manque jamais, du reste, de citer scrupuleusement les auteurs auxquels j'ai fait des emprunts et sur le dire desquels j'avance des faits que je n'ai pu contrôler moi-même.

Ainsi que l'indique le titre, et pour répondre au programme tracé, ce n'est pas seulement au point de vue de la classification que je considère les êtres dont il est question dans le cours du Mémoire, mais encore dans leurs rapports avec les arts et l'industrie : aussi, dans l'ordre des sujets traités, je n'ai pas tenu autant compte des caractères des animaux ou des végétaux que de leur importance industrielle et commerciale.

Dans l'origine, je voulais borner ces considérations aux Cétacés et aux Phoques dont la poursuite occupait naguère des flottes entières, et qui semblent devoir disparaître dans un avenir peu éloigné, peut-être avant qu'on ait pu mettre de l'ordre dans leur histoire si confuse; mais j'ai été amené, pour compléter la suite des remarques que j'ai faites pendant mes longues pérégrinations dans le Pacifique, à m'occuper d'autres animaux marins et de végétaux qui se rattachent au commerce maritime. Ces dernières remarques sont très-courtes; le plus souvent, je ne fais qu'indiquer les sources où pourraient puiser les personnes désireuses de renseignements plus précis.

Les notes portent sur : — 1° Les grands Cétacés. — 2° Les Phoques des mers Australes. — 3° La pêche du Tripang. — 4° La pêche de l'écaille de tortue. — 5° La pêche de la Nacre. — 6° Le bois de Sandal. — 7° Différentes huiles, huile de coco, huile de Bancoul, etc. — 8° L'exploitation des Oranges. — 9° Diverses pêches. — Oiseaux. — Bois de construction, etc.

Ce mémoire, ai-je dit précédemment, était terminé à la fin de 1869. J'y ai ajouté quelques courtes remarques que j'ai été à même de faire pendant deux voyages en Cochinchine accomplis depuis cette époque, et quelques renseignements nouveaux fournis par différents auteurs.

Cherbourg, Mars 1873.

CÉTACÉS.

Aux premiers rangs des animaux sauvages utilisés par l'homme, on doit placer les CÉTACÉS, dont les produits sont employés par son industrie, en même temps que la poursuite dont ces animaux sont l'objet, se rattache à la politique des Etats maritimes, en développant leur commerce et leur navigation.

Malheureusement, la pêche de la Baleine est en décroissance, faute d'aliment. Le nombre des grands Cétacés utilisables diminue devant des poursuites à outrance : ils ont même tout-à-fait disparu, ou peu s'en faut, des lieux où on les trouvait encore en abondance il n'y a que quelques années. Tous les coins du globe ont été fouillés partout où des navires ont pu se hasarder; les derniers champs de pêche découverts s'épuisent rapidement malgré leur richesse. Il n'est pas douteux que ces gigantesques créatures ne s'éteignent bientôt, comme tant d'autres qui animaient notre planète à d'autres époques.

Déjà, au XII[e] siècle, les riverains du Golfe de Gascogne poursuivaient les baleines qui fréquentaient régulièrement ces parages pendant l'hiver (1). Quand elles vinrent à manquer, les Anglais et les Hollandais, instruits par les Basques, se lancèrent dans les mers plus voisines du Pôle, où de nombreuses baleines avaient été signalées par

(1) La baleine que chassaient les Basques était une espèce de *Nordkaper*, peut-être celle des vieilles relations Danoises et Islandaises (*Balæna Biscayensis*, Eschr.), se rapprochant beaucoup plus des baleines de l'hémisphère Austral que de la *Baleine franche* (*Balæna mysticetus*, L.). Eschricht, *Sur les baleines franches du Golfe de Gascogne ;* Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 21 mai 1860.

les navigateurs à la recherche d'un passage aux Indes Orientales par le Nord. A la fin du XVII[e] siècle, la Hollande envoyait annuellement 20,000 matelots dans ces régions : des villages de pêcheurs, dont il ne reste plus de traces, s'élevaient sur les rivages désolés du Spitzberg. Aujourd'hui, le nombre des baleines a considérablement diminué; la pêche du Nord est très-réduite, comparativement à ce qu'elle était autrefois, et quelques navires, partis des ports de Norwège et de l'Écosse principalement, fréquentent seuls ces parages chaque année; la plupart se livrant surtout à la pêche des phoques et ne chassant guère les baleines que par occasion (1).

(1) Cependant le nombre des baleines n'est pas aussi restreint dans ces parages qu'on a coutume de le dire. Dans un très-intéressant article sur la pêche de la baleine au Nord (*Revue des Deux-Mondes*, du 1er oct. 1869), M. J. Nougaret parle de 19 baleines tuées en 22 jours, en 1865, par un seul navire, entre l'île de Jan-Mayen et le Spitzberg. En 1869, il y avait environ 80 navires Ecossais employés tant au Spitzberg que dans la baie de Baffin. Il semblerait qu'en 1872, les armements étaient beaucoup moins nombreux ; Dundee n'avait envoyé que 10 navires, qui ont capturé 105 baleines et 40,000 phoques. En 1871, l'année la plus productive depuis fort longtemps, 8 navires en avaient capturé 135, qui avaient fourni 1,234 tonneaux d'huile. En Norwège, trois ports, Hammerferst et Tromsoë en Laponie, Tonsberg dans le golfe de Christiania, ont la spécialité des armements pour la mer Glaciale. Les navires que ces ports envoient au Spitzberg et à la Nouvelle-Zemble sont pour la plupart des bateaux de 25 à 35 tonneaux, armés pour la pêche de la morue et d'une espèce de grand Requin (*Scymnus microcephalus*), dont le foie produit de l'huile. Quelques-uns de ces bateaux pêchent aussi la *baleine blanche* (le *beluga*, *Delphinus albicans*, Auct.). Les trois ports avaient armé, ensemble, pour l'Océan glacial 127 navires; dans ce nombre, Tonsberg comptait pour 18 bâtiments, dont 3 à vapeur, expédiés à la chasse des

Au XVIIIe siècle, les colons Anglais de l'Amérique du Nord donnèrent un très-grand essor à cette industrie, et bientôt, ne la trouvant plus rémunératrice sur leurs propres côtes, ils se lancèrent dans l'Atlantique Austral. La ville de Nantucket acquit, dans la pêche de la Baleine et du Cachalot, une réputation bien méritée, et ce fut elle qui fournit des harponneurs à la France, quand nos armateurs, suivant l'exemple donné par Louis XVI, équipèrent des navires pour la pêche (1).

L'Océan Atlantique n'offrit bientôt plus un champ suffisant, et, dès 1798, un Anglais conduisit le premier navire à la poursuite des Cachalots au-delà du cap Horn. Le succès qui couronna cette entreprise, lui attira des imitateurs. Toutes les parties du Grand-Océan, dans la plus large acception de ces mots, c'est-à-dire l'immense éten-

phoques à Jan-Mayen, et dans les glaces qu'on trouve entre le Spitzberg et le Groënland. Un vapeur de 55 tonneaux, monté par 46 hommes, qu'un armateur de Tonsberg envoie tous les ans, de mars à septembre, dans les eaux du N.-E. du Finmark, à la chasse de la baleine, a pris, en 1870, 36 de ces Cétacés. (*Revue Maritime et Coloniale*, mars 1873).

(1) En 1784, Louis XVI fit armer à Dunkerque 6 navires baleiniers montés en grande partie par des marins de Nantucket. En 1790, la France comptait 40 baleiniers qui disparurent avec la guerre; la flotte baleinière de la Hollande eut le même sort. Dans les années qui suivirent la paix générale, la pêche de la baleine fut reprise en France, mais assez timidement, et ne se soutint que grâce à de fortes primes payées par l'Etat. Il y a trente-cinq ans, nous comptions encore une quarantaine de baleiniers. En 1854, la belle époque de la pêche dite du Nord-Ouest, nous n'en avions plus que 15 ou 16, et, si l'on en croit M. J. Nougaret (*loc. cit.*), il n'y en aurait plus qu'un, le *Winslow*, du Havre, qui ne devrait sa conservation qu'à des traditions de famille: la maison Winslow a été fondée au Havre par des baleiniers de Nantucket.

due de mer comprise entre l'Asie, l'Afrique et l'Amérique, ont été explorées en vue de la pêche, et, de nos jours, c'est presque uniquement sur ce vaste théâtre qu'a lieu la poursuite des grands Cétacés.

Pendant plusieurs années, il y eut dans le Grand-Océan deux pêches distinctes, celle du Cachalot et celle de la Baleine franche. La supériorité des produits de la première, la facilité de faire promptement un chargement étaient telles que le plus grand nombre des navires ne s'occupaient que de celle-là, négligeant tout-à-fait la seconde, mais aujourd'hui les choses sont bien changées. Les Cétacés deviennent de plus en plus rares : aussi poursuit-on indifféremment les Baleines franches et les Cachalots ; on recherche même des espèces de *Baleinoptères* qui avaient été tout-à-fait dédaignées jusqu'à présent. La pêche est maintenant entièrement, on peut le dire, entre les mains des Américains du Nord qui y employaient encore, il y a dix ans, 600 navires montés par plus de 15,000 hommes, tandis que le nombre des bâtiments des autres nations réunies était tout au plus la dixième partie de ce chiffre. Les armements des Américains ont diminué, mais pourtant ils ne se découragent pas encore. Les installations de leurs navires servent de types, et leur vocabulaire a fourni aux autres pêcheurs les termes du métier.

Grâce aux travaux des zoologistes modernes, surtout à ceux du savant professeur Eschricht, de Copenhague, admirablement servi par ses relations avec les colonies danoises de l'Islande et du Groënland, le désordre qui régnait dans la classification des Cétacés de nos mers et du Nord de l'Atlantique, est réparé. Les mêmes rectifications restent encore à faire pour ceux des mers Australes et du Grand-Océan.

Quand les pêcheurs quittèrent l'Atlantique Boréal pour

aller chercher fortune dans des parages lointains, ils rencontrèrent des Cétacés dont les formes générales leur rappelaient ceux qu'ils étaient accoutumés à voir : ils leur imposèrent les mêmes noms vulgaires, *noms qui s'accordent très-bien avec les grandes coupes génériques des naturalistes*, mais qui ne s'appliquent pas aux espèces, et c'est dans la détermination de ces dernières que gît la difficulté. Ainsi que je le disais tout-à-l'heure, pour les espèces du Nord, les colonies danoises ont pu fournir des débris caractéristiques à l'examen des savants. Quelquefois un grand Cétacé vient s'échouer sur nos côtes, et, grâce à la publicité de notre époque, à la rapidité des communications, il arrive presque toujours sur les lieux quelque naturaliste pour l'étudier, en recueillir les parties principales, ou au moins en faire des dessins et une description qui permettent de le comparer avec les échantillons que renferment les musées. Pour les parages lointains, rien de tout cela : on n'a guère, ainsi que je l'ai dit autrefois (1), pour se guider dans l'étude des grands Cétacés de ces régions, que les faits rapportés par les rudes marins du Havre, de New-Bedford, de Nantucket. Les naturalistes, qui ont pris part aux voyages de circomnavigation ordonnés par divers gouvernements depuis 1815 jusqu'à notre époque, semblent avoir été peu favorisés par le hasard : du moins, parmi les faits excessivement nombreux dont ils ont enrichi l'histoire naturelle, les observations sur les Cétacés — surtout les Baleines et les Cachalots — tiennent peu de place. Plus favorisés par leur situation spéciale, quelques médecins embarqués sur des baleiniers, entre autres le Dr Frederick Debbell Ben-

(1) *Mémoires sur les Baleines et les Cachalots*, Mém. de la Soc. des Sc. Nat. de Cherbourg, T. VI, 1858.

nett (1), et plus récemment le Dr Thiercelin (2), ont publié de très-intéressantes observations sur la pêche et sur les mœurs de ces géants des mers. Malheureusement leurs descriptions laissent beaucoup à désirer pour établir une classification rigoureuse, une détermination précise des espèces, conforme aux exigences actuelles de l'histoire naturelle. La vérité exige que je dise que le Dr Thiercelin commence par déclarer qu'il n'a aucune prétention comme naturaliste, et qu'il laisse les questions de classification à des personnes plus compétentes que lui.

M. le professeur E. D. Cope a publié, dans le 1er numéro (janvier, février, mars et avril 1869) des *Proceedings* de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie, d'après les recherches du capitaine Scammon, un mémoire des plus intéressants sur les Cétacés du Pacifique-Nord, qui lève bien des doutes et remédie, en grande partie, à la confusion qui régnait dans l'histoire des Cétacés de ces parages ; mais il n'existe rien de pareil, à ma connaissance du moins, sur ceux de l'hémisphère austral.

Il s'en faut que j'aie la prétention de remédier aux défauts que je signale et de faire une classification dont, à vrai dire, les éléments n'existent pas encore ; cependant, en mettant à profit ce que m'ont appris d'heureux hasards dans de longues courses à travers le Pacifique, plusieurs années de fréquentation avec des pêcheurs, la lecture d'une grande quantité de documents, de mémoires, de lettres (3), etc., ayant trait à l'industrie balei-

(1) *Narrative of a Whaling voyage round the Globe*, 1837-1838 *by* F.-D. Bennett, Londres 1840.

(2) *Journal d'un Baleinier*, par le Dr Thiercelin, Paris 1866.

(3) Je dois à M. le Dr de la Bordette, de Lisieux, qui a navi-

nière, j'espère pouvoir donner une idée de ce qu'elle est maintenant, et présenter, à grands traits, le tableau de nos connaissances actuelles au sujet des Cétacés des mers lointaines.

Les Cétacés se rangent dans deux grandes divisions naturelles : les *Cétacés à fanons*, et les *Cétacés à dents*.

Les premiers n'ont de dents qu'à l'âge embryonnaire, mais des fanons à l'âge adulte, des évents doubles, point d'os lacrymal et une tête volumineuse. (Van Beneden, *Faune littorale de la Belgique*). Cette division comprend :

1° *a* — Les baleines véritables ou *Baleines franches*, sans nageoire dorsale (*Balæna*, Cuv., *Leiobalæna*, Eschricht, *Eubalæna*, Gray). Elles se nourrissent le plus ordinairement de mollusques ptéropodes.

b — Les *Scrag-Whales*, différant à l'extérieur des Baleines franches par une série de petites bosses sur la queue. Genre *Agaphelus*, Cope, *Rhachianectes*, Cope, (1).

2° Les *Rorquals* ou *Baleinoptères*, qui ont des plis au ventre — d'où leur nom des mots hollandais *Rohr*, tuyau, *Whaal*, baleine — et se subdivisent en deux genres suivant qu'elles ont une nageoire dorsale élevée, ou seulement une excroissance plutôt en forme de bosse que de nageoire.

Cette dernière subdivision compose le genre des Baleines à bosse (*Megaptera*, Gray, *Kyphobalæna*, Eschricht). Les animaux de ce genre ont des sillons au ventre, une nageoire dorsale basse, couchée en arrière et épaisse. Ils sont ichthyo-teuthophages.

gué à la pêche de la baleine, une foule de détails sur les baleines du Nord-Ouest, à peu près les seules qu'on rencontre aujourd'hui, détails qu'il m'a donnés avec un empressement dont je ne puis lui savoir assez de gré.

(1) E. D. Cope, *Proceedings of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia*, n° 1, 1869.

L'autre subdivision est celle des Baleines à aileron (*Balænoptera*, Lacép., *Pterobalæna*, Eschricht), qui ont des sillons au ventre, des fanons courts, peu de graisse, les vertèbres du cou séparées, la nageoire dorsale élevée, comprimée. Ces Cétacés sont très-agiles et fuient horizontalement. Ils sont ichthyophages.

Le genre *Sibbaldius*, Gray, peut se rattacher à cette division.

Ces divisions génériques des naturalistes correspondent parfaitement à celles des baleiniers qui reconnaissent trois grandes catégories de Cétacés à fanon, savoir :

1° Les *Baleines franches*, *Right Whales* ou *Black Whales*, *Baleines noires*, à cause de la couleur générale de leur robe, peut-être aussi à cause de la teinte foncée de l'huile qu'elles fournissent. A côté des Baleines franches, se placent les *Scrag-Whales*.

2° Les *Humpbacks*, baleines à bosse.

3° Les *Finbacks*, baleines à aileron, auxquelles se rattachent les *Sulphur bottoms* (1).

Les Cétacés à dents ont l'évent simple, des dents et pas de fanons, un os lacrymal ; leur tête, en général, n'est pas en disproportion avec le corps. (Van Beneden, *Faune litt. de la Belgique*).

Cette grande division compte, suivant M. Eschricht, 18 genres ; je ne m'occuperai que de ceux qui ont quelques rapports avec la pêche de la baleine. En première ligne :

1° Les *Cachalots* (*Physeter*, L., *Catodon*, Artedi, *Sperm-Whales* des pêcheurs).

1) Voir plus loin, Note A (apèrs les Cétacés), la description d'un Baleinoptère à *deux* nageoires dorsales, type du nouveau genre *Amphiptera*, Giglioli.

2° Le genre *Kogia*, Gray, Cachalots nains qui semblent particuliers à quelques points des mers australes.

Ces Cachalots n'ont de dents qu'à la mâchoire inférieure; ils sont teuthophages.

3° Les *Blackfishes*, *Globiocephalus*, Lesson.

4° Les *Orques*, *Orca*, Eschricht, *Killers*, *Trashers* des baleiniers.

Les animaux de ces deux derniers genres ne se pêchent guère qu'accidentellement.

La véritable pêche est celle des Cachalots et des Baleines franches; depuis quelque temps, à cause de la rareté des individus de ces deux genres, on y joint la pêche des *Scrag-Whales* et des *Humpbacks*.

J'ai dit sur quelle étendue de mer on chassait les grands Cétacés. L'expérience est venue démontrer que les animaux des deux grandes divisions, les Baleines et les Cachalots, n'étaient pas indifféremment répandus sur tout cet espace. Dans un rapport faisant suite au voyage de circomnavigation de la frégate la *Vénus*, M. le capitaine Dupetit-Thouars (1) détermine, ainsi qu'il suit, les *fonds de pêche* tels qu'ils étaient alors (1836-1839), c'est-à-dire à une époque où la pêche de la baleine était très-florissante dans l'Océan Pacifique.

La pêche des *Baleines franches* se faisait alors activement à la Nouvelle-Hollande, à la Terre de Van-Diemen, à la Nouvelle-Zélande, au moyen de petits bâtiments qui portaient leurs chargements à Sydney. A la Nouvelle-Zélande, un grand nombre d'établissements à terre produisaient de l'huile *noire* en abondance. Beaucoup de navires s'abritaient dans les ports de cet archipel et envoyaient leurs embarcations croiser aux environs,

(1) Depuis Vice-amiral et membre de l'Institut.

mais on devait s'attendre à voir le nombre des baleines diminuer promptement à la suite de cette pêche dans les baies qu'elles rallient à l'époque de la parturition des femelles : c'est ce qui est arrivé. Aujourd'hui la pêche à terre, à la Nouvelle-Zélande, est à peu-près, sinon tout-à-fait abandonnée.

On rencontre quelquefois des Cachalots au milieu des Baleines franches entre le 35me et le 45me degré de latitude, pendant l'été de l'hémisphère où l'on se trouve.

Les principaux lieux de pêche des *right whales*, à l'époque du voyage de la *Vénus*, étaient :

Sur la côte du Chili, entre 35° et 45° de latitude, du mois de Septembre au mois d'Avril.

En Californie, de 30° à 40°, d'Avril à Septembre.

Sur la côte orientale de la Nouvelle-Zélande, de 35° à 40°, du mois d'Octobre au mois de Mars, et même toute l'année, sur cette côte, en hivernant dans les ports.

La côte orientale du Japon, pendant l'été, du mois de Mai à la fin d'Août.

La Nouvelle-Hollande, de 35° à 40°, à l'Est et à l'Ouest, d'Octobre en Février.

Dans l'Océan Atlantique :

Les baies à l'Ouest du cap de Bonne-Espérance, du mois d'Avril au mois d'Octobre ; — Tristan d'Acunha, d'Octobre en Avril, — pendant la même saison, entre 35° et 40° latit. S., jusqu'à la Patagonie du côté de l'Ouest, et jusqu'à la Nouvelle-Hollande vers l'Est. — Les ports de la côte orientale de Patagonie en hiver.

Entre les méridiens de 40° et de 50° de longitude Ouest, dans l'Atlantique au delà de l'Equateur, on trouve des eaux jaunâtres : c'est ce qu'on appelle le *banc du Brésil*, (1)

(1) Je me souviens d'avoir vu prendre des baleines à Bahia, dans l'intérieur de la Baie de Tous-les-Saints, au mois de

où, il y a trente-cinq ans, la pêche de la baleine franche était florissante.

En octobre et en janvier, on rencontrait quelquefois des baleines franches dans les parages du cap Horn, mais les baleiniers croisent peu par ces hautes latitudes où le mauvais temps, la grosse mer, les brumes, etc., sont des obstacles insurmontables : aussi est-on peu renseigné sur les espèces des Cétacés des mers voisines du Pôle austral (1).

septembre 1840 (Latit. S. 12°, Long. O. 42°), mais je ne saurais dire si c'étaient des *right-whales* ou des *baleinoptères* ; le dernier cas, vu la latitude, serait le plus probable.

Dans une note de M. F. de Castelnau, insérée dans les *Nouvelles Annales de la Marine et des Colonies*, 2e semestre 1849, p. 362, on lit qu'à cette époque on prenait par an, dans la Baie de Tous-les-Saints, de 150 à 200 baleines, du 1er Juin au 20 Septembre; on les dépéçait et on fondait le lard dans des établissements installés sur plusieurs points de la plage. Cette pêche occupait 2000 personnes, et son revenu total était d'environ 200.000 francs.

La pêche s'est faite pendant longtemps à l'île Ste-Catherine et sur la côte du Brésil qui est en face, où existaient plusieurs établissements pour la fonte du lard. Je ne saurais dire si cette pêche se fait encore aujourd'hui sur ce point.

(1) Au sujet des baleines des mers australes, dans les hautes latitudes, je remarque ce qui suit dans le *Rapport du capitaine* Hache, du baleinier français l'*Orion*, publié dans les *Nouvelles Annales de la Marine*, T. Ve, 1er sem. 1851, p. 299 :

« Le 9 novembre, j'arrivais à l'île St-Paul (Océan Indien). Un
» navire Cachalotier américain, qui se trouvait à passer comme
» nous, me donna les renseignements d'un nouveau parage de
» pêche situé sous le cercle polaire antarctique, et par 168° de
» long. E. du méridien de Paris. Voyant le peu de ressources
» que présentaient les parages ruinés de la Nouvelle-Hollande,
» je ne balançai pas à faire route pour l'extrémité orientale de
» la Terre-Adélie, ayant espoir d'y rencontrer des baleines

La *Vénus* rencontra encore des baleines franches dans les latitudes élevées du Pacifique Nord, aux Iles Kouriles, au Kamstchatka, etc. A cette époque-là ces parages étaient encore très-peu fréquentés, mais depuis ils ont été le principal rendez-vous de la flotte baleinière pendant la belle saison, et cette pêche, dite *du Nord-Ouest*, est à peu près la seule qui se pratique maintenant. En 1849, un navire américain et un navire français

» franches. Le 5 Décembre, j'étais à l'île Macquarie, à 2 milles » environ de la côte, dans la partie Est..... Je quittai ces lieux » le 5 au soir et fis route directement vers le Sud. A la hauteur » du 63e degré de latitude, je rencontrai les premières glaces; » le temps était beau et la brise faible de l'Ouest. »

« Je continuai à faire route au Sud, parmi une infinité d'îles » flottantes, jusqu'au 13, à 10 heures du soir, où nous fûmes » arrêtés par une banquise basse et impénétrable : nous étions » alors par 65° 19′ latit. et 165° long. E. Le temps, qui devint » mauvais, me fit virer de bord. Vers minuit, le vent passa au » N.-E., souffla avec violence, et la brume survint si épaisse » qu'on ne voyait pas à un quart d'encâblure devant soi; cha- » que fois que les hommes de bossoir apercevaient quelques- » unes de ces masses flottantes qui dominaient la mâture, le » navire avait à peine le temps d'arriver pour passer sous le » vent, et même quelquefois les voiles masquaient par le » renvoi de la brise.... Le 15 dans la nuit, le vent ayant passé » au S.-O., temps clair, je fis route pour la Nouvelle-Zélande. »

« J'ai trouvé, dans ces parages du Sud, beaucoup de balei- » nes, *mais non de celles dites franches* : il est probable que si » j'étais resté à fureter ces lieux un ou deux mois plus tard, » j'aurais pu pénétrer plus au Sud et, peut-être, atteindre » le but de mes recherches..... »

Dans le journal de M. H. Jacquinot, qui faisait partie de l'expédition de Dumont-d'Urville au Pôle Sud, on ne trouve signalées, dans les régions polaires australes, qu'une ou deux *right-whales*, et pas plus de *humpbacks* ; les *finbacks* étaient, au contraire, très-nombreux.

passèrent le détroit de Behring, poussant jusqu'au 70me degré de latitude, et firent un chargement complet, du milieu de juillet à la fin d'août. L'année suivante, toute la flotte se rendait dans la mer Arctique : aussi au bout de trois ou quatre ans, ce nouveau lieu de pêche avait beaucoup perdu de sa valeur.

On trouve des Cachalots dans toutes les grandes mers : de temps en temps, des Cétacés de ce genre échouent sur les côtes d'Europe, mais leur véritable *habitat* paraît être aujourd'hui le Grand-Océan où on les trouve surtout aux environs des tropiques. Cependant, de la fin de septembre au commencement d'avril, on en rencontre depuis l'Equateur jusque par 40° de latitude Sud, entre la côte de l'Amérique Méridionale et de la Nouvelle-Zélande (1). D'avril en octobre, on en voit depuis l'Equateur jusqu'au 40me degré Nord, entre la côte N.-O. d'Amérique et le Japon. C'est dans ces latitudes que l'on a quelquefois observé les Cachalots et les Baleines franches mêlés, surtout entre 30° et 36°, mais on ne rencontre guère les Cachalots qu'au large, ou si l'on en voit près de terre, c'est toujours dans le voisinage de côtes acores, de falaises escarpées au pied desquelles l'eau est très-profonde. La partie sous le vent des îles Gallapagos a été pendant longtemps une de leurs stations favorites. Les îles Sandwich, les îles Marquises, la côte du Japon, le groupe de King's mill, les îles Marshall, Gilbert, le cap San-Lucar en Californie, ont été cités comme de bons parages pour la pêche au Cachalot. Il y a une douzaine d'années, l'espace compris entre le 10me et le 5me degré de latitude Sud, et entre 150° et 160° de longitude Ouest, au large de la côte du Pérou, autre-

(1) Dupetit-Thouars, *loc. cit.*

ment dit l'*Off-Shore-Ground,* était un lieu très-productif, surtout de novembre en février.

Dans l'hémisphère Nord, entre 30° et 35° de latitude et de 150° et 160° de longitude Ouest, la pêche était bonne de juin en octobre.

L'abondance relative des Cachalots dans la zône torride, leur présence dans des latitudes plus élevées pendant l'été, et dans certains parages seulement, semblent indiquer *a priori* qu'ils aiment les eaux chaudes, tandis que les baleines franches paraissent plutôt rechercher les eaux tempérées ou les eaux froides. De nombreuses observations démontrent la justesse de cette hypothèse, de sorte que la présence d'individus de l'un ou l'autre genre annonce l'existence d'un courant froid ou d'un courant chaud ; réciproquement, d'après la température de l'eau, on peut s'attendre à rencontrer des Cachalots ou des Baleines franches (1).

On a expliqué la disparition des Baleines et des Cachalots de certains parages par des migrations, afin d'échapper aux poursuites des pêcheurs. Cette explication est très-vraisemblablement erronée. L'avis des observateurs les plus compétents, d'accord en cela avec les lois générales de la nature, est que les espèces différentes de Cétacés ont ordinairement des cantonnements assez restreints, moins étendus qu'on ne l'avait cru d'abord. Dès qu'un endroit est signalé comme productif, tous les navires y accourent, et la diminution, la destruction des animaux sont tout naturellement expliquées par le carnage qu'on en fait.

Pour ce qui est de la distribution géographique des Baleinoptères du genre *Humpback* et *Finback*, les pre-

(1) *Maury's Sailing directions, Letters from Whalemen.*

mières paraissent affectionner les eaux chaudes et tempérées, et les secondes les régions plus froides. Celles-ci semblent être très-nombreuses dans les mers polaires.

La Carte Baleinière (*Whale Chart*) dressée par M. Maury, alors qu'il était directeur de l'Observatoire de Washington, est un planisphère sur la projection de Mercator, limité au Nord par le parallèle de 79° 50′ de latitude, et au Sud par celui de 69°. Cette carte est divisée par carrés dont les côtés ont une longueur de 5°, environ 100 lieues marines. De petites figures de baleines franches ou de cachalots, suivant le cas, attirent d'abord l'attention ; puis des chiffres, dans chaque carré, montrent : 1° le nombre des jours de chaque mois pendant lesquels on a fait des observations ; 2° le nombre des jours où l'on a vu soit des baleines franches, soit des cachalots ; 3° les années pendant lesquelles on a rencontré, dans chaque carré, des Cétacés de l'un ou l'autre genre, celles où l'on n'en a pas vu, etc. Ces chiffres résultent du dépouillement d'un nombre considérable de journaux de bord.

La construction de cette carte a fait reconnaître que la zône comprise entre les tropiques, dans la partie voisine de l'Equateur au Nord et au Sud, est interdite aux Baleines franches : *La Ligne est pour elles comme un cercle de flammes infranchissable.* On voit qu'il y a une zône de 2 à 3,000 milles où l'on n'en rencontre jamais, pour ainsi dire.

On peut remarquer sur la carte que, de 60° de latitude Nord à 60° de latitude Sud, entre les méridiens de 125° et 130° de longitude Ouest (comptée de Greenwich), on ne trouve de Baleines franches signalées que dans un seul cas. A l'exception d'un ou deux individus égarés, on n'a pas vu non plus de Cachalots entre ces méridiens. La

carte montre que ces derniers ont été chassés entre le 30e et le 35e parallèle de chaque côté ; mais aux environs des tropiques, il existe une sorte de terrain contesté où les aliments des deux genres d'animaux se trouvent également, de sorte que, comme le dit Maury, « parfois on » rencontre un enfant perdu de l'un des deux camps » très-avancé sur les domaines de l'autre (1) ». En dehors des tropiques, les Cachalots sont marqués sur la carte en trois endroits : 1° dans l'Atlantique austral, entre 30° et 35° de latitude ; 2° dans le Pacifique austral, de 35° à 60° ; 3° dans le Pacifique Nord, vers son milieu, aussi haut que 40° (2).

Leur présence dans cette dernière station s'expliquerait par le courant chaud (*Kouro Siwo*, des Japonais) analogue au Gulf-Stream de l'Atlantique, qui a son origine dans la mer des Indes et sa sortie dans la mer de Chine. Quant à leur existence dans le Pacifique-Sud, elle coïnciderait avec un courant chaud que Maury fait venir de l'Equateur; mais, quelle que soit sa provenance, de l'eau à une température un peu élevée semble être nécessaire aux Cachalots.

Je crois m'être assez étendu sur la distribution géographique générale des grands Cétacés qui font l'objet de la pêche; malheureusement ces renseignements sur leur *habitat* deviennent de moins en moins utilisables à cause du dépeuplement des mers. Je les ai cependant donnés, répétés même, parce qu'on peut encore, dans ces diver-

(1) C'est vers l'âge de deux ou trois ans, à l'époque où les petits quittent leurs mères, que les Cétacés sont le plus exposés à s'égarer (Eschricht).

(2) M. Nougaret (*Revue des Deux-Mondes*, 1er oct. 1869) a vu prendre un Cachalot dans l'Atlantique Boréal, entre l'île Jan-Mayen et la côte Orientale du Groënland.

ses stations, trouver quelques individus ayant échappé à la destruction; mais, *dans la pratique*, on considère aujourd'hui les baleines franches de l'hémisphère austral comme disparues, tellement il est rare d'en rencontrer (1). Au Nord-Ouest, malgré le grand massacre qu'on en a fait, elles ont un peu plus de chances de durée, parce que les Russes et les Japonais, dans les territoires qui leur appartiennent, s'opposent, dans une certaine mesure, à l'hivernage des navires et à la pêche dans les baies. Aujourd'hui, les voyages à la pêche de la baleine sont interminables : pendant trois et même quatre ans, les navires tracent dans le Pacifique, presque d'un pôle à l'autre, un sillon dont le développement ferait plusieurs fois le tour du globe, et heureux celui qui, au bout de ce temps, peut faire route pour son port d'armement avec un chargement complet!

Je ne dirai rien des mœurs des grands Cétacés, ayant déjà traité ce sujet ailleurs (2); s'il m'arrive présentement de toucher à ces questions, c'est que cela sera utile pour la distinction des espèces. Je renverrai les personnes qui voudraient s'en donner une bonne idée, aux lettres écrites par les baleiniers (3), à l'appendice de l'ouvrage cité du Dr Bennett, et au *Journal d'un baleinier* du Dr Thiercelin.

(1) Le capitaine Labaste, du navire français le « *Marquis de Caulaincourt* », en avait encore vu beaucoup, en 1857, à l'O. du détroit de Foveaux, et entre 60 et 120 milles à l'O. de la baie Dusky (N.-Zélande). *Rapport du cap.* Labaste, *Nouvelles Annales de la Marine*, T. 22. 1859, p. 145. Pour ma part, j'en ai vu prendre deux à l'ouvert de la Baie-des-Iles (N.-Zélande), en décembre 1862.

(2) *Mémoires de la Soc. des Sciences Nat. de Cherbourg*, T. VI, 1858.

(3) Maury's *Sailing Directions*, 1851 et 1854.

Ces deux auteurs, d'accord en cela avec la plupart des pêcheurs et avec les Groënlandais, qui ont l'occasion de voir journellement des baleines et des baleinoptères, considèrent comme tout-à-fait erronée l'opinion que le *souffle* qui sort des évents des Cétacés est un jet d'eau. Ce souffle dont l'aspect particulier sert au pêcheur expérimenté pour distinguer les espèces, se compose (1) « de l'air » chaud qui sort de la poitrine, d'une certaine quan- » tité d'eau dissoute dans cet air et de particules grais- » seuses. » Il reste d'autant plus longtemps visible que l'air est plus froid, le soleil moins haut sur l'horizon et le temps plus couvert. Il suit de là que, par une température un peu élevée, et surtout quand le soleil est très-haut, le souffle est invisible. La présence du Cétacé n'est alors décelée que par quelques parties de son corps qui paraissent successivement au-dessus de l'eau, et par le bruit de sa respiration (2).

Je vais essayer d'énumérer et de distinguer les diverses espèces de grands Cétacés qu'on poursuit aujourd'hui

(1) Thiercelin, *Journal d'un baleinier.*

(2) On lit pourtant dans le journal de M. H. Jacquinot écrit pendant la navigation de l'*Astrolabe* et de la *Zélée* au milieu des glaces du Pôle Sud, que le souffle des Finbacks, poussé avec vigueur à une grande hauteur, ressemble de loin *à une épaisse colonne de fumée* et de près, *à un énorme jet d'eau.* « Souvent, » dit l'auteur, nous étions entourés de Finbacks qui semblaient » se jouer en faisant le tour du navire, en plongeant d'un côté » pour reparaître de l'autre. Quelquefois leur jet s'élevait avec » bruit très-près du navire, et alors il était bien évident pour » nous tous que *la matière de ce jet était bien de l'eau lancée* » *avec force, et non point une vapeur condensée,* ainsi que le » prétendent Scoresby et d'autres naturalistes. »

Cependant l'opinion de ces derniers est la vraie, confirmée par la structure anatomique des Cétacés. On peut néanmoins

dans le Grand-Océan et l'Océan-Austral; mais, faute de renseignements un peu précis, je n'arriverai sans doute pas à un résultat bien satisfaisant.

Les Baleines franches, ai-je dit, ne passent jamais d'un côté à l'autre de l'Equateur; tous les observateurs sont d'accord là-dessus. Il était alors naturel de supposer que les espèces de deux hémisphères étaient différentes. L'expérience est venue prouver la réalité de cette supposition.

BALEINES FRANCHES.

Balæna, L. — *Leiobalæna*, Eschricht. — *Eubalæna*, Gray.— *Right Whales*, *Black Whales*, des pêcheurs.

Ni bosse, ni nageoire sur le dos; pas de plis au ventre; rostre fortement cambré; fanons très-longs; mandibules très-bombées. Le souffle des baleines franches est bifurqué, en forme de V, dont une branche est ordinairement moins haute que l'autre. En plongeant, elles tournent la queue lentement; elles restent sous l'eau de 10 à 15 minutes avant de venir respirer.

Je m'occuperai d'abord des baleines de l'hémisphère Austral, parce que ce sont celles que, depuis le décroissement de la pêche du Nord, les pêcheurs de notre temps ont d'abord le mieux connues.

BALEINES FRANCHES DE L'HÉMISPHÈRE SUD.

Quand les baleiniers vinrent pratiquer leur industrie dans le Sud de l'Océan Atlantique, ils rencontrèrent une

expliquer la présence d'une certaine quantité d'eau lancée par l'expiration, par le fait que le jet d'air et de vapeur part des évents alors que ceux-ci ne font qu'affleurer la surface de la mer, et projette en haut une certaine quantité d'eau entraînée mécaniquement. L'odeur qui s'exhale dans l'expiration est quelquefois d'une fétidité repoussante.

espèce de baleine qui avait les plus grands rapports avec le *Nord Kaper* de la partie tempérée de l'Océan Atlantique Boréal (1), tellement qu'on crut qu'elle était de la même espèce, mais les recherches de Cuvier firent découvrir, entre ces deux Cétacés, des différences qui motivèrent la constitution, avec celui du Sud, d'une espèce à part qui a pris rang sous le nom de :

1° *Balæna antarctica*, Cuv. (*Baleine du cap, Balæna australis*, Desmoulins ; *Nord-Kaper austral*, *Southern-right Whale*).

Le muséum d'histoire naturelle de Paris possède deux squelettes complets de cette espèce, celui d'un adulte et celui d'un jeune. Le musée de Bordeaux a le moulage d'un fœtus (2).

C'était cette baleine qu'on prenait en abondance, il y a trente-cinq ans, sur le *banc du Brésil*, aux environs du Cap de Bonne-Espérance et de Tristan d'Acunha et sur la côte de Patagonie. On la trouvait, dans cette dernière station de 36° à 48° de latitude sud, de novembre à jan-

(1) *Balæna Biscayensis*, Eschr., *Nord-Kaper* des anciens pêcheurs hollandais ; *Sarde* des Français, *Sletbak* en Islande. C'était l'espèce que les Basques chassaient dans le Golfe de Gascogne et dans la Manche en hiver. En été, elle se rend sur la côte Est de l'Amérique du Nord, car tout porte à croire qu'elle est la même que la *Balæna cisarctica*, décrite par le Dr Cope (*Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia*, n° 3, juillet et août 1865). Elle est si rare actuellement que l'espèce doit être considérée comme presque détruite. Elle se rend jusqu'en Islande pendant l'été. Il est probable que les femelles mettent bas, pendant la saison d'été, sur la côte Est d'Amérique. Ses limites vers le Nord sont les limites où s'arrête, vers le Sud, la baleine polaire, *Balæna mysticetus*, L.

(2) Dr P. Fischer, *Mélanges cétologiques*; *Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, nov. 1868, p. 5.

vier, et à 48° seulement de février en avril, puis elle allait à la côte d'Afrique, de juin à septembre. D'après De la Lande (qui a rapporté les squelettes du Muséum), on voit arriver les baleines du Cap dans la baie d'Algoa, de la Table et de Simon's, du 10 au 20 juin et elles partent à la fin d'août ou au milieu de septembre (1).

Leur rendement en huile varie de 30 à 60 barils (de 120 litres environ chacun); une plus grande quantité est l'exception. Poursuivies à outrance, ces baleines sont devenues très-rares aujourd'hui.

Les parasites de la *Balœna australis* sont des Cirrhipèdes des genres *Diadema* et *Tubicinella*, et, d'après M. Lutken, trois espèces du genre *Cyamus*, (*C. australis*, *gracilis*, *erraticus*), genre qu'on retrouve sur tous les Cétacés. Ces parasites se placent ordinairement à la tête, aux nageoires pectorales et autour des parties sexuelles.

L'espèce de baleine dont il vient d'être question, est-elle la même qu'on a poursuivie, avec un grand succès, sur les côtes du Chili, à la Nouvelle-Zélande, au Sud du continent Australien, et de l'Océan Indien, autrement dit dans une zône faisant le tour du globe, de 35° de latitude à 60°, dans quelques endroits ? Les pêcheurs, pour la plupart, répondent affirmativement : il n'y aurait que des différences de taille ne constituant pas des différences spécifiques (2). Les habitudes de toutes les *Right Whales* du Sud sont les mêmes. D'après le Dr Bennett, la baleine

(1) Van Beneden (d'après le capitaine Day) « *Les baleines et leur distribution géographique* »; Bulletin de l'Acad. royale de Belgique, T. XXV, n° 2, 1868. — On peut voir que la marche de ces baleines diffère un peu de celle qui a été donnée plus haut, d'après M. Dupetit-Thouars.

(2) D^r De la Bordette. *Corresp.*

australe (dont il ne fait qu'une seule espèce, *Balæna australis*, Desmoulins) dépasse rarement 15 mètres de longueur, bien qu'elle arrive quelquefois jusqu'à 20 mètres; elle donne, dans ce cas, de 80 à 90 barils d'huile. Elle fréquente les côtes des continents de l'hémisphère Sud, les mers voisines de ceux-ci où la couleur trouble de l'eau indique que la profondeur n'est pas très-grande. Sur les côtes méridionales de l'Afrique, les femelles rallient les baies pour mettre bas pendant les mois d'hiver, juin et juillet, et retournent à la mer avec leurs nourrissons, en septembre.

Cependant le Dr Thiercelin dit que, sur les lieux de pêche du Sud, on rencontre deux variétés (?) bien distinctes de baleines ; la première longue de 15 à 20 mètres, grise, tachetée de blanc, fournit de 60 à 80 barils d'huile ; la seconde plus noire, plus vive et plus petite, ne donne, en moyenne, que 50 barils.

Les naturalistes donnent raison à l'auteur du *Journal d'un baleinier*. Les baleines de la Nouvelle-Zélande, bien qu'en apparence extérieure semblables à la Baleine du Cap, en diffèrent par des détails anatomiques et font une espèce bien distincte :

2° *Balæna antipodum*. J. E. Gray. — Le Muséum de Paris a le squelette complet d'une femelle adulte rapporté d'Akaroa (Presqu'île de Banks) par le capitaine Bérard (1), et on peut voir, à côté du squelette, un modèle en plâtre, réduit au huitième, de l'animal au moment de sa capture.

Selon M. P. J. Van Beneden (2), ce serait cette espèce qui visite la côte Ouest de l'Amérique méridionale. D'après

(1) Depuis Contre-amiral.

(2) *Les Baleines et leur distribution géographique.*

Dieffenbach, ces baleines arrivent au mois de mai à la Nouvelle-Zélande ; les femelles mettent bas. Au mois d'octobre, elles quittent la Nouvelle-Zélande et se dirigent au Nord, du côté des îles Norfolk, puis se rendent à la côte occidentale de l'Amérique du Sud, où on les rencontre du cap Horn à la hauteur de Coquimbo (1).

Sur le planisphère, qui accompagne la notice de M. Van Beneden sur *les Baleines et leur distribution géographique,* l'espace de mer compris entre le Cap de Bonne-Espérance et le sud de l'Australie, est laissé en blanc, non parce qu'il n'y a pas de baleines dans cette étendue, mais parce que le savant professeur de Louvain ne connait pas les espèces qui occupent cette zône. « Si nous osions, dit-» il (2), émettre ici un avis *à priori*, nous dirions que la » baleine, que l'on prend depuis le Cap de Bonne-Espé-» rance jusqu'en Australie, doit être nouvelle pour la » science. Si les continents sont au nombre de trois, les » deux Amériques, l'Europe et l'Afrique, l'Asie et l'Austra-» lie, la baleine que l'on pêche dans ces parages doit être » l'espèce tempérée « de cet Atlantique perdu dont la » mer des Indes est un restant. » (3) Cette baleine est-elle l'espèce *Balæna emarginata*, Gray, établie sur trois fanons, ou la *Balæna, australiensis* du même auteur, laquelle était d'abord le *Macleayius australiensis*, espèce créée par lui d'après la photographie d'une région cervicale conservée au Musée de Sydney ? Est-ce

(1) *La première côte des Cétacés*. Van Beneden, Bull. de l'Ac. Roy. de Belgique, 2e série, T. XXVI, nº 7, 1867.

(2) Van Beneden, les deux mémoires cités précédemment.

(3) De même que le Nord-Kaper, *Bal. Biscayensis*, est l'espèce tempérée de l'Atlantique Nord, et la *Bal. Aleoutensis* (dont il sera question tout à l'heure) est l'espèce tempérée du Nord du Pacifique.

tout simplement la *Balæna australis ?* Les pêcheurs ne lui donnent pas de nom particulier : ils l'appellent *black whale* comme les autres. Dans l'incertitude, M. Van Beneden a préféré attendre et ne rien marquer sur sa carte qui ne donne, dit-il, que la distribution géographique des baleines bien connues. Quoiqu'il en soit, ces parages sont à peu près ruinés aujourd'hui (1). Selon M. Van Beneden et d'autres naturalistes, aucun Musée ne possèderait de débris de cette espèce.

J'ai dit que, jusqu'à présent, on savait très-peu ce qui se passait dans les hautes latitudes australes. Dumont d'Ur-

(1) Les choses ont bien changé depuis trente-cinq ans, époque du voyage de la corvette l'*Héroïne*, pour la protection des pêcheurs français (1837-1839). Du Cap de Bonne-Espérance à la Terre de Van-Diemen, l'*Héroïne* ne passa guère vingt-quatre heures sans rencontrer quelque baleinier occupé à *dépécer* ou à *fondre*. Plus récemment, dans une description des Iles St-Paul et Amsterdam par M. Tinot, capitaine au long-cours (*Nouvelles-Annales de la Marine*, T. X, 2e semestre, 1853), on lit, p. 279 : « Un baleinier, il y a peu de temps, y laissa deux pirogues armées » pour chasser la baleine pendant qu'il allait parcourir la côte » N.-O. de la Nouvelle-Hollande : à son retour, il trouva 600 » barils d'huile prêts à être embarqués... » Plus loin, p. 238 : « La baleine franche se montre aux alentours de St-Paul à Ams- » terdam vers la fin du mois de mai, elle y demeure jusqu'au » commencement d'octobre. *Elle y est tellement abondante* » pendant cette époque que *c'est à ne pas croire* ce que l'on » pourrait en dire... »

Pour ma part, dans une traversée du Cap à la Nouvelle-Calédonie, je n'ai rencontré qu'une Baleine franche — et encore, je n'oserais trop affirmer que c'en était une — le 8 juin 1860, à environ 200 lieues dans l'O-S.-O de la Terre de Van-Diemen. J'ai entendu dire, par un baleinier expérimenté, qu'à cette époque de l'année, les baleines ralliaient les baies du Sud du continent australien.

ville ne rencontra dans les glaces du Sud que deux *baleines franches* que les naturalistes de l'expédition ne décrivent pas. Le capitaine américain Crocker, croisant aux environs de la Nouvelle-Georgie (latit. S. 56°; long. O. 40°.) ne vit qu'une *baleine noire* qu'il semble regarder comme ne différant pas de celles qu'on trouve habituellement dans l'hémisphère austral (*Balœna australis?*), mais il rencontra une grande quantité de baleines, *comme il n'en avait jamais vu*, et qui devaient ressembler beaucoup aux *bowheads*, autrement dit aux grosses baleines de la partie boréale du Grand-Océan, ou de la mer Arctique, suivant la description qu'on lui avait faite de ces dernières. Il ne put en prendre tellement elles étaient farouches (1). Y a-t-il, dans les hautes latitudes de l'hémisphère Sud, une espèce glaciale, une baleine analogue au *Mysticetus* des mers polaires du Nord? Cest bien possible, probable même, si on juge par analogie avec ce qui a lieu pour les baleines des eaux tempérées. En effet, dans la partie tempérée de l'Atlantique Sud, un *Nord-Kaper* représente celui de la partie tempérée de l'Atlantique Nord; entre la Nouvelle-Zélande et la côte occidentale de l'Amérique du Sud, une espèce du même groupe se rencontre à peu près symétriquement placée par rapport à une espèce du Pacifique-Nord, dont il va être question tout à l'heure.

BALEINES FRANCHES DU NORD DU GRAND-OCÉAN ET DE LA MER ARCTIQUE.

Au premier abord, il paraît y avoir ici une confusion inextricable. Les observations directes des naturalistes

(1) Le contraire avait été observé chez les baleines de la mer Arctique, ou au-delà du détroit de Behring.

font défaut. Les récits des pêcheurs qui ont les premiers fréquenté ces parages, accusaient des espèces différentes de baleines, mais il était bien difficile de se reconnaître entre les noms vulgaires qu'ils leur donnaient et leurs descriptions sommaires. Heureusement, ainsi que je l'ai dit précédemment, M. E. D. Cope a à peu près, sinon tout-à-fait, débrouillé ce chaos. M. Van Beneden, dans sa distribution géographique des baleines (1), avait déjà réduit toutes les espèces du Nord du Grand-Océan à deux. Avant d'avoir eu connaissance des travaux de ces deux savants naturalistes, des remarques si claires et si précises du capitaine Scammon, j'étais arrivé au même résultat qu'eux, en ne tenant compte que des récits qui paraissaient le mieux s'accorder.

La pêche du Nord-Ouest, c'est-à-dire la pêche dans le Nord de l'Océan Pacifique entre l'Asie et l'Amérique, la seule qui se pratique encore sur une grande échelle, date de 1836. Pendant plusieurs années, les Baleines franches furent poursuivies sur la côte N.-O. d'Amérique, sur celle du Kamstchatka, aux environs des îles Kouriles et dans la mer du Japon. Le baleinier français l'*Asia* pénétra, le premier dit-on, dans la mer d'Ochotsk en 1847. En 1849, l'*Ajax*, du Havre, capitaine Le Tellier, et le *Superior*, capitaine Roys, passèrent le détroit de Behring, le second poussa jusqu'au 70e degré de latitude. Cette pêche, tant au Nord qu'au Sud de Behring, montra d'abord que les diverses baleines du Nord du Grand-Océan diffèrent de celles de l'hémisphère Sud et qu'elles sont, en général, plus grosses que celles-ci.

(1) *Bulletin de l'Acad. Roy. de Belgique*, 2e série, T. XXV, no 1, 1868.

Leur rendement en huile est établi ainsi qu'il suit par le Dr De la Bordette (1) :

Dans le golfe d'Anadyr, au Kamstchatka et aux îles Kouriles, de 60 à 180 barils, quelquefois, mais rarement, 200 et 220.

Le Dr Thiercelin (2) cite une baleine de Behring, longue de 33 mètres, qui donna 250 barils.

D'après le capitaine Roys, il y aurait au-delà du détroit de Behring des baleines de deux espèces différentes (3). La première *(Polar Whale)* fournit beaucoup d'huile; ses fanons sont plus longs (4) que ceux de la baleine dite du Nord-Ouest; sa tête est longue et cambrée; le dos montre une courbure prononcée. La deuxième espèce est plus petite; sa couleur est noir foncé : un petit nombre d'individus seulement ont la queue blanche. Quelques individus ont sur le dos, à peu près à 2 mètres de la nageoire caudale, une petite bosse semblable à celle des cachalots. Les deux espèces ont la tête beaucoup plus longue que la *Black-Whale* ordinaire. Les orifices des évents sont placés plus haut, au sommet d'une élévation de forme conique, d'où le nom vulgaire de *Steeple-tops* donné pendant quelque temps à ces baleines. Ni l'une ni l'autre espèce n'a de Crustacés ou de Cirrhipèdes parasites.

(1) *Correspond.* Avril 1869.

(2) Journal d'un Baleinier, t. 1, p. 39.

(3) *Letters from Whalemen*, Roys, Mackenzie, Chappell, etc., Maury's Sailing Directions, 1851. Le capitaine Roys parle aussi d'un autre grand Cétacé dans la mer Arctique, mais, à sa description, on reconnaît que ce doit être un Narwhal.

(4) Ces baleines arctiques donnent de 1250 à 1500 kil. de fanons (Rapport du capitaine Le Tellier, Nouvelles Annales de la Marine, T. 3e. 1er semestre 1850).

Selon le capitaine Roys, les baleines de la mer Arctique et du détroit de Behring différaient de celles du Kamtstchatka, *mais étaient les mêmes que celles du Groënland, de la baie de Baffin et du Spitzberg*. Cette opinion a été confirmée par des marins ayant fait la pêche de Behring et celle du Groënland. Or les dernières constituent l'espèce de Baleines franches, *Balœna mysticetus,* L., que les navigateurs, à la recherche d'un passage aux Indes par le Nord-Est, découvrirent aux environs de l'île de Jan Mayen et du Spitzberg, puis qu'on rencontra ensuite dans la baie de Baffin.

Divers faits confirment cette identité qui avait été contestée pendant quelque temps. Un navire américain captura, près du détroit de Behring, une baleine dans le lard de laquelle était enfoncé un fer de harpon qui lui avait été lancé de l'autre côté de l'Amérique, ainsi que l'attestaient le nom du fabricant et celui du navire gravés dessus. « On a trouvé, dit M. Van Beneden (1), dans des » baleines capturées ou échouées dans la mer de Behring, » et jusque sur la côte de Corée, des crocs et des harpons » européens qui n'ont pu être lancés qu'au nord de l'Eu» rope, et ces observations datent d'une époque où aucun » navire européen n'était entré dans le Pacifique pour y » faire la pêche de la baleine. Par contre, on a trouvé au » Spitzberg, dans le corps de baleines capturées, des » harpons en silex qui ne paraissent en usage que sur les » côtes de l'Amérique russe, On ne connaît pas d'autres » contrées où de pareils engins sont employés pour cette » pêche. Voilà donc des baleines qui ont passé du Spitz» berg au détroit de Behring, d'autres qui sont venues » de la côte de l'Amérique Russe au Spitzberg... »

(1) *La première côte des Cétacés*, Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique, T. XXV, n° 7, 1868.

Le capitaine Roys, a-t-il été dit plus haut, aurait rencontré dans l'Océan Arctique, au nord du détroit de Behring, deux sortes de Baleines. D'après le capitaine américain Chappell (1), employé à la pêche du Groënland et de la Baie de Baffin, il y aurait également deux sortes de Baleines franches dans cette dernière région. L'une, qui se trouve, au printemps, de 59° à 62° de latitude Nord, a la tête longue et courbée, parfaitement unie, et *porte près de la queue, une petite bosse, mais cette bosse n'est pas, pour les dimensions, comparable à celle des Humpbacks ou des Cachalots.* La taille de ces Baleines est de 15 à 16 mètres. L'autre qu'on trouve beaucoup plus au Nord, par 68° près de l'île Discoë dans la Baie de Baffin, n'a pas cette petite bosse. Les habitudes des deux sortes de Baleines paraissent être les mêmes. Elles se tiennent près des glaces. A la fin de juillet, on les voit remonter rapidement vers l'Ouest par le détroit de Lancaster et elles finissent, sans doute, par gagner la Mer Arctique au Nord du Détroit de Behring en passant par des canaux encore peu ou point explorés.

J'ai cru pendant longtemps que ces deux Baleines franches de la Baie de Baffin représentaient, les dernières, la baleine qu'on alla pêcher dans la mer Polaire quand les autres eurent disparu des mers de l'Europe tempérée, la *Balæna Mysticetus*, *Baleine du Groënland, Baleine de Grande baie*, le type du genre *Balæna* des anciens auteurs. Les autres, plus petites, plus vives, me paraissaient être des *Nord-Kapers* (*Balæna glacialis* des vieux auteurs, *Sarde*, des Français, *Bal. biscayensis,* Eschr.) qu'on pêchait jadis dans le golfe de Gascogne

(1) Lettre en date du 27 oct. 1849. *Letters from Whalemen,* Maury's Sailing directions, 1851.

et dans la Manche, mais cette opinion ne soutient pas l'examen. Les deux sortes de baleines, signalées par M. Chappell, se *tiennent auprès des glaces*, ce qui n'est nullement le cas du Nord-Kaper. Cette dernière espèce appartient aux mers tempérées et ne fréquente jamais les mers glaciales. Les très-rares individus, qu'elle peut compter encore, se rendent bien au Nord, mais c'est pendant l'été. Les pêcheurs Islandais connaissaient bien cette baleine, dès le XIIe siècle, sous le nom de *Sletbak*, et ils la distinguaient de la baleine du Nord par la présence des *Coronules* (Cirrhipèdes) qui couvrent sa peau et qui manquent sur le *Mysticetus*. En hiver, elle revient vers le golfe de Gascogne ; elle fuit le froid, tandis que les deux baleines, dont parle le capitaine Chappell, se dirigent au contraire vers le Nord de la Baie de Baffin quand viennent les chaleurs de l'été. Jusqu'à preuve du contraire, pour moi ces deux baleines ne font qu'une seule espèce, la *Balæna Mysticetus*, L., et, en cela, je m'en rapporte complètement à l'opinion des savants cétologues de notre époque, Eschricht, P. J. Van Beneden, J. E. Gray, Cope. La petite bosse qu'on remarque chez quelques individus, la différence de taille me paraissent simplement provenir de différences d'âge. Je dirai la même chose des deux sortes de baleines signalées par le capitaine Roys au Nord du détroit de Behring, les *Polar Whales* comme il les appelle. Ces baleines ne sont pas du groupe des Nord-Kapers, puisque leur tête est tout-à-fait unie, qu'on n'y voit pas de *bernaches*, parasites abondants sur les Nord-Kapers. Les faits rapportées plus haut de baleines trouvées au Spitzberg avec des harpons provenant de la côte de l'Amérique Russe, semblent suffisants pour démontrer que la *Balæna mysticetus* occupe le Nord du globe, ne quittant pas les mers froides, le voisinage des

glaces, venant seulement jusqu'à la limite qu'atteignent en été les Nord-Kapers des zônes tempérées.

La *Balæna mysticetus* est devenue rare aujourd'hui au Groënland et au Spitzberg. Pour avoir chance d'en rencontrer dans la Baie de Baffin, il faut remonter entre 78° et 79° de latitude, ce qui est peu praticable. J'ai dit plusieurs fois que cette pêche était bien moins importante qu'autrefois (1). Dans la mer Arctique, au Nord de Behring, l'espèce était représentée par de nombreux indi-

(1) Précédemment, j'ai dit, dans une note, qu'en 1869 il y avait eu encore environ 80 navires expédiés à la pêche du Nord (phoques et baleines) par les ports de la Grande-Bretagne. De plus, M. Jules Nougaret, dans un article intitulé « *La pêche de la baleine* » inséré dans la *Revue des Deux Mondes* du 1er octobre 1869, rapporte que dans une croisière sur un navire Danois au mois de septembre 1865, il a vu tuer 19 baleines en 22 jours entre l'île de Jan Mayen et la côte orientale du Groënland. Il donne aussi le récit dramatique de la capture d'un Cachalot dans les mêmes parages où se trouvaient, en outre, de nombreuses bandes de Baleinoptères, *Humpbacks*, *Finbacks*, *Sulphurbottoms*, etc. Le *Nautical Magazine*, du mois de décembre 1869, contient un intéressant article, de M. Crowe, sur les pêcheries d'Islande, dans lequel on lit ce qui suit :

« La pêche de la baleine, pratiquée autrefois sur un grand » pied tout autour de l'Islande, cessa vers le milieu du dernier » siècle, probablement parce qu'on avait découvert des champs » plus productifs. La longue période de repos, dont ont joui » ces monstres marins, semble en avoir considérablement » augmenté le nombre, et, quand on navigue autour de l'île, » on est étonné de la quantité de baleines qui voguent dans » toutes les directions sans être troublées... Les habitants di- » sent qu'il n'y en a pas moins de *onze* espèces différentes dans » les eaux Islandaises, mais j'ai lieu de croire qu'une grande » partie de ces Cétacés sont des Dauphins. Voici les noms des » quatre espèces, connues des habitants, et chassées autrefois » autour de l'île.

vidus en 1849, mais j'ai rapporté également comme quoi, au bout de très-peu d'années, ces champs de pêche avaient été considérablement éclaircis. Ces baleines, n'ayant jamais été poursuivies dans ces parages, n'étaient nullement farouches; les embarcations s'approchaient d'elles à les toucher, et elles expiraient en quelques minutes, sans agonie. Les pêcheurs, reconnaissant leur identité avec les baleines de l'Océan glacial Atlantique, leur donnèrent le nom de *Bowhead*, que les Américains avaient déjà appliqué à la baleine du Groënland, *Bal. Mysticetus*, L. Ce nom (*Bow*, arc, *head*, tête) leur vient sans doute de la forme courbée de leur tête : pour d'autres, ce nom est devenu, par corruption, *boar-head* (tête de sanglier).

Les deux premiers navires entrés dans l'Océan Arcti-

» *Balæna mysticetus*, Bal. du Groënland, sur la côte Nord;
» *Balæna boops*, ou *Baleine à longues pectorales*, fournis-
» sant le plus d'huile et la meilleure;
» *Balæna physalus, herring whale*, ayant moins de *gras* que
» les précédentes;
» *Balæna rostrata*, la plus petite des quatre, trouvée souvent
» au fond des *fiords* de l'île, où autrefois on en prenait beau-
» coup.

» .... La pêche avait été presque entièrement abandonnée » depuis plus d'un siècle, lorsqu'il y a cinq ans, un Américain » entreprenant se mit à pêcher sur la côte orientale et s'établit » à Seydifiord... L'année dernière, les Américains avaient mis » à terre 13 baleines, sur 30 qu'ils avaient attaquées avec leurs » harpons explosibles...... Cette pêche, je crois, n'a lieu » qu'à Seydisfiord et dans les eaux environnantes, mais, comme » les baleines sont nombreuses sur beaucoup d'autres points, » il est probable que l'exemple de cet individu entreprenant » trouvera des imitateurs. »

D'après ce que m'a rapporté un officier commandant un de nos bâtiments employés à la protection de la pêche d'Islande, en 1871 et 1872, ces espérances ne se seraient pas réalisées.

que en 1849, n'y étaient restés guère que six semaines, de la moitié de juillet à la fin d'août : plus tard, le séjour des navires dans cette mer se prolongea jusqu'au mois d'octobre.

Les premiers navires qui fréquentèrent la mer d'Ochotsk y trouvèrent des baleines franches en immense quantité. La baie de Tchantar au S.-O. de cette mer, les golfes de Taousk et de Penjinsk, au N.-E., étaient les points où il y en avait davantage, bien qu'on en trouve cependant encore en notable quantité sur les autres points des côtes. Naturellement, aujourd'hui, après les poursuites acharnées qu'elles ont eu à subir, elles sont beaucoup moins communes. Les premiers pêcheurs les signalèrent sous les noms de *Baleines russes* ou *à dos de Chameau*, (*Russian* or *Camel backed Whales*) (1); ce dernier nom à cause de la courbure prononcée de leur dos. Leur rendement variait entre 90 et 220 barils. Quelques baleiniers les considéraient comme étant de la même espèce que celles qu'on prenait au détroit de Behring (2). Le Dr Thiercelin (*Journal d'un Bal.* T. I. p. 39) cite la *Boar-head* de la Mer d'Ochotsk; d'après lui, elle différerait un peu des baleines de la côte N.-O. d'Amérique et de celles de Behring et donnerait de 150 à 250 barils d'huile. Les baleines d'Ochotsk auraient été appelées par quelques-uns *Baleines du Japon*; elles descendaient jusque par 49° de latitude (3).

Comme on le voit, tout cela est bien confus; cepen-

(1) *Lettre du cap. Mackenzie*; Maury's Sailing Directions 1851.

(2) Lettre citée du cap. Mackenzie.

(3) Il y a probablement ici confusion avec une autre espèce de la zône tempérée du Pacifique Nord, dont il sera parlé tout-à-l'heure.

dant, en réunissant les documents qui diffèrent le moins entre eux, on arrive à admettre que les baleines de l'Océan Arctique sont de l'espèce *Balæna mysticetus*, L.; mais cette espèce descend-elle le long de la côte de Tartarie et du Kamstchatka, ainsi que le fait voir du premier coup-d'œil la carte de M. Van Beneden, jusqu'au 50me degré, pour pénétrer dans la mer d'Ochotsk? Il pouvait y avoir quelque doute à cet égard. Dans une note de son savant mémoire (p. 12, [18]), M. Van Beneden s'exprime ainsi :

« L'analogie nous avait fait supposer qu'au détroit » de Behring, comme au détroit de Davis, des glaces » descendent le long de la côte Ouest (Kamstchatka » et Labrador), mais il paraît que les glaces flottantes » de l'Atlantique Nord sont inconnues dans la région » correspondante du Pacifique. C'est bien la présence » des glaces qui fait rencontrer le *mysticetus* plus bas » sur la côte d'Amérique que sur la côte du Groën- » land. »

M. Van Beneden avait été mal informé quant à l'absence des glaces là où il croyait d'abord qu'il y en avait. On rencontre là, non seulement des glaçons flottants, des *ice-bergs*, mais des banquises. J'ai vu revenir à Honolulu (I. Sandwich) toute la flotte baleinière de la mer d'Ochotsk, et il y avait peu de navires qui ne portassent des marques du contact avec les glaces : quelques-uns mêmes avaient de sérieuses avaries. Ce n'est guère que vers la fin de Juin que la rupture des banquises permet de commencer les opérations de pêche.

Le capitaine Scammon, dans ses notes si précises, si claires, contrôlées par M. T. D.Cope (1), donne plei-

(1) *Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia*, n° 1, 1869.

nement raison à la première supposition de M. Van Beneden que le *mysticetus* se trouve dans la mer d'Ochotsk comme dans l'Océan Arctique. Les baleines de ces deux mers sont des *Bowheads*; et pour compléter la ressemblance entre ces deux localités, on trouve dans les baies une baleine plus petite, appelée la *Poggy*, qui donne de 20 à 25 barils d'huile. Ces baleines (de même que leurs analogues de la mer Arctique et de la baie de Baffin) ont une petite bosse près de la queue. Beaucoup de pêcheurs en font une espèce différente, mais la plus grande partie les regardent comme de jeunes animaux de la même espèce que les autres.

MM. Cope et Scammon donnent, sur la pêche des *bowheads* au détroit de Behring et à Ochotsk, des détails très-précis, dans le travail que j'ai cité et auquel je renvoie le lecteur. Ils classent ces baleines de la manière suivante, selon leur rendement :

1° Les plus grandes, de couleur brune, 200 barils.

2° Moins grandes, noires, 100 barils.

3° Les plus petites, noires, 75 barils.

La taille des *bowheads* varie entre 40 et 65 pieds de longueur.

La côte d'Asie, depuis l'île Saint-Laurent en allant vers le cap Oriental, en se tenant à 15 ou 20 milles de terre jusqu'au 67ᵉ degré de latitude, était un des bons parages de pêche; les baleines étaient également nombreuses vers le Cap de Glace, sur la côte d'Amérique par 70° environ; mais, je le répète, ces lieux, d'abord si riches, ont été de bonne heure bien amoindris; ainsi, le baleinier français *l'Orion* fit, en 1850, un chargement complet, sur le dernier de ces points (1) du 1ᵉʳ juillet au 24 août; quatre ans

(1) Entre 169° et 176° de long. O. (Nouvelles annales de la

plus tard j'ai vu revenir le même navire à Honolulu, sans qu'il eût rencontré de baleines.

Les *bowheads* de différentes tailles montrent toutes plus ou moins de blanc sur leur robe, à la partie inférieure du corps, surtout à la gorge et aux nageoires. Les petites (n° 3) se rencontrent généralement au commencement de la saison parmi les glaces brisées, et on a reconnu (1) qu'elles passaient facilement au travers de la glace de 3 pouces d'épaisseur; elles la défoncent en la frappant avec la partie convexe de leur tête, ce qui leur a fait donner le nom de « *ice-breakers.* » On n'a pu, à cause de la rigueur du climat qui force les navires à quitter ces parages en automne, observer les *bowheads* de Behring pendant l'hiver et, comme, dans cette saison, on ne les a jamais rencontrées au sud des lieux de pêche, il est à supposer qu'elles font leurs petits dans une mer libre voisine du pôle et où elles trouvent à vivre, peut-être la mer libre du Dr Kane?

« Les endroits où les *bowheads* (de la mer d'Ochotsk) » font leurs petits, dit M. Scammon (*loc. cit.*), sont encore » un problème pour les capitaines les plus expérimentés » et les plus observateurs. Le seul connu est le voisinage » de la baie de Tchantar, et il y a divergence d'opinion » pour dire si les *Poggies* sont des jeunes, ou bien une » espèce *maigre* (*a scrag species*) (2).... Dans la suppo- » sition que ce sont des jeunes, il est à remarquer que » leur nombre est bien petit par rapport à la grande pro- » géniture qu'on serait en droit d'attendre des femelles à

marine, 1850). Des navires ont poussé leur croisière sur la côte nord d'Amérique, jusqu'au delà du cap Barrow.

(1) Scammon, et Cope, *loc. cit.*

(2) Analogue aux *Scrag-Whales*, dont il sera question plus loin.

» chaque saison. Un autre fait très-singulier, c'est qu'on » n'a jamais vu de Bowhead de la mer d'Ochotsk fran- » chissant le passage des îles Kouriles, soit pour entrer » dans cette mer, soit pour en sortir, ou passer de la mer » d'Ochotsk dans la mer de Behring, ou des baleines de » l'Arctique venir dans la mer d'Ochotsk. D'après les » baleiniers les plus expérimentés, aucun d'eux n'a » jamais vu dans la mer Arctique, ou le détroit de Beh- » ring, une Bowhead avec un petit ; on ne sait donc pas » encore au juste où cette espèce de cétacés se rend pour » faire ses petits, et dans quel lieu ces derniers restent » jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à une taille déjà consi- » dérable. L'opinion générale est qu'il doit y avoir une » mer libre au Pôle, où ils se retirent, ou quelque autre » parage libre de glaces inconnu aux baleiniers. »

On voit qu'il y a encore plus d'un point à éclaircir dans l'histoire des baleines de l'extrême Nord du Grand-Océan ; mais — en réservant le cas contesté de la *Poggy* : si elle constitue *oui* ou *non* une espèce particulière — on s'accorde à reconnaître dans ces parages glacés la présence de la *Balœna mysticetus*, L. Sur son planisphère, M. Van Beneden trace ainsi ses limites :

Elles occupent le nord de l'Asie, le détroit de Behring, le golfe d'Anadyr, bordent la côte de Sibérie qui limite à l'O. la mer de Behring, la côte orientale du Kamstchatka, contournent cette presqu'île pour entrer dans la mer d'Ochotsk dont elles occupent la partie orientale, celle dont les eaux baignent le côté Ouest de la péninsule Kamstchadale. Dans ce qui précède, on a vu que les Bowheads se trouvaient sur toutes les côtes de la mer d'Ochotsk, tant à l'Ouest qu'à l'Est.

J'ai dit précédemment, qu'avant de pénétrer dans la mer d'Ochotsk et l'Océan Arctique, les pêcheurs avaient

pour théâtre de leurs opérations le vaste espace de mer qui s'étend entre la côte occidentale de l'Amérique, — au Sud de la chaîne des Iles Aléoutiennes, jusqu'au Kamstchatka, aux Iles Kouriles et au Japon. Le meilleur endroit, le plus productif, est le *fond de pêche* de Kodiak, compris entre la côte américaine, l'île Vancouver, les îles Aléoutiennes, et le méridien du 150° de longitude Ouest, environ. Quelques baleines se montrent sur la côte de Californie, du mois de février au mois d'avril, jusqu'au 27e parallèle, mais la grande masse est à Kodiak ; les autres, et à plus forte raison, quelques unes qu'on a rencontrées encore plus près de l'Equateur, sont des individus égarés.

Y a-t-il plusieurs espèces dans l'espace de mer dont je viens de tracer les limites ? Quelques auteurs en comptent deux, mais, ainsi que le dit M. Cope, les raisons sur lesquelles s'appuie leur distinction n'ont que bien peu de valeur. Ces deux espèces seraient : *Balœna Sieboldii* Gray (Syn. *Balœna australis*, Temm. Faun. Japon.), et *Balœna Cullamach*, Chamisso (1). A l'encontre de cette opinion, le Dr De la Bordette (2) rapporte que pendant une croisière faite, à partir du détroit de la Reine Charlotte (à la côte N.-O. d'Amérique, latit. 54° environ), aux Iles Aléoutiennes, dans la mer d'Anadyr, au Kamstchatka et le long des îles Kouriles, il n'a vu qu'une seule espèce de baleines.

M. P.-J. Van Beneden dit, au sujet des baleines du Pacifique Nord (*Bulletin de l'Acad. Roy. de Belgique*, T. XX, 1865, p. 853) :

(1) La *Bal. Cullamach* n'est-elle pas plutôt un *Scrag-whale*, genre particulier de Cétacés à fanons, dont il sera question plus loin ?

(2) Correspond. Avril 1869.

« D'après M. Meyer (de Hambourg, auteur avec M. » Möbius de la *Fauna der Keler Bucht*, sur les baleines » véritables, encore si imparfaitement connues des natu- » ralistes) — et il en juge surtout d'après les fanons qui » diffèrent d'une espèce à l'autre autant que le bois » de chêne diffère du hêtre ou du sapin — la baleine » d'Ochotsk serait la Baleine franche (1), et une espèce » particulière vivrait, au contraire, au bord de la mer » Pacifique, depuis les côtes du Japon jusqu'à la côte » d'Amérique. M. Meyer a bien voulu me tracer les » limites Sud et Nord qu'habite cette espèce, qui est » connue, dans le commerce, sous le nom de *Nord-Ouest*. » Pourquoi ne l'appellerait-on pas *Balæna Aleoutensis*, » *Nord West Wallfish*, représentant dans la mer Pacifi- » que la *Balæna Biscayensis* de l'Atlantique ? »

« Il en résulterait que l'hémisphère boréal a une es- » pèce de baleines propre aux régions froides, qui ne » dépasse pas le 64e degré de latitude, et deux espèces » des régions tempérées, l'une propre à l'Atlantique, que » les Basques chassaient dans la Manche depuis le IXe » siècle, et l'autre propre à la mer Pacifique depuis le » 40e degré jusqu'au 60e degré de latitude Nord. »

Il est probable, en effet, si on s'en rapporte aux relations les plus dignes de crédit, qu'il n'y a qu'une seule *espèce tempérée* dans le Nord du Pacifique. Les individus sont plus gros que leurs congénères de l'hémisphère Austral : leur longueur moyenne est de 20 mètres, leur rendement 130 barils d'huile et 700 kil. de fanons pour 100 barils d'huile (2). Quoiqu'elle soit presque l'unique

(1) *Baleine franche* désigne ici, sans aucun doute, le *Mysticetus*.

(2) Scammon.

objet de la pêche actuelle, cette espèce est, pour ainsi dire, inconnue des naturalistes. Poursuivies à outrance, depuis plusieurs années, ces baleines sont devenues très-effarouchées ; mais les pêcheurs semblent reconnaître que la douceur plus ou moins grande, le naturel plus ou moins sauvage des baleines en général, dépendent beaucoup de la saison et du temps : elles sont beaucoup plus faciles à approcher quand elles sont dans des *bancs de manger*, et quand le temps est beau et calme, que dans toute autre circonstance (1).

On ne sait pas encore au juste quelles sont les migrations de cette espèce tempérée du Pacifique-Nord, et où les femelles font leurs petits (2).

M. Van Beneden trace ainsi ses limites sur son planisphère :

La *Balæna aleoutensis*, Van Beneden (*B. Japonica*, Gray) se rencontre dans une étendue de mer qui occupe, sur la côte N.-O. d'Amérique, l'espace compris entre le 40e degré de latitude et le 60e, est limitée, du côté du Nord, par la chaîne des Iles Aléoutiennes, puis se dirige vers l'O.-S.-O, pour aller rejoindre les Iles Kouriles, englober l'archipel Japonais, rencontrer les côtes de la Mantchourie et de la Corée, rentrer dans la mer Jaune et descendre sur la côte de Chine, jusqu'à 27° ou 26° de latitude.

Tout porte à croire que cette distribution géographique des deux espèces du Nord du Grand-Océan (*B. Mysticetus*, *B. Aleoutensis*) est exacte ; cependant on pourrait lui opposer, jusqu'à un certain point, les allégations de quelques personnes qui sont allées sur les lieux ; ainsi, j'ai

(1) Scammon.

(2) De la Bordette, *Corresp.*

cité plus haut le Dr De la Bordette, rapportant qu'au détroit de la Reine Charlotte, aux Iles Aléoutiennes, dans la Mer d'Anadyr, au Kamstchatka, et aux Iles Kouriles, il n'a vu qu'une seule espèce de baleines : cependant la mer d'Anadyr et le Kamstchatka paraissent faire partie du domaine des Bowheads ! M. Eschricht, de son côté (1), cite un fœtus de *baleine franche*, pris *sur les côtes du Kamstchatka*, pendant l'été de 1841, dans lequel il aurait reconnu une espèce nouvelle alors, et différente du *Mysticetus*. On le voit, malgré l'imposante autorité de M. Van Beneden, il y a encore ici un point en litige sur les limites des deux espèces. N'est-il pas permis d'admettre qu'il y a un moment, au commencement de l'été (ou de l'hiver), où les deux espèces se rencontrent aux environs de leurs limites communes ?

Pour résumer ce qui précède, il me semble qu'on peut établir ainsi qu'il suit, dans l'état actuel de nos connaissances, le tableau des *Baleines franches*, ou *Right Whales* des pêcheurs :

HÉMISPHÈRE NORD. — 1° *Balæna mysticetus*, L. *Baleine franche; B. du Groënland; B. de Grande Baie; Bowhead; Polar whale; Baleine russe* ou *à dos de chameau*; *Icebreaker*; *Poggy?*; *Steeple-tops*.

Se rencontre dans les glaces du pôle arctique, la baie de Baffin, au Spitzberg, à la côte N. de Sibérie, au Kamstchatka, dans la mer d'Ochotsk.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* Mai 1860. Ce fœtus (celui qui est placé au Musée de Copenhague sous le nom de *Balæna Japonica*) est le seul échantillon de la Baleine du Nord-Ouest qu'on rencontre dans les collections. Il appartient bien à une baleine du groupe des Nord-Kapers et non au *Mysticetus*. Cet échantillon a été rapporté, à la demande de M. Eschricht, par le capitaine Danois Südring.

2° *Balæna Biscayensis*, Tschr.; *Nord-Kaper* des anciens pêcheurs; *Bal. cisarctica*, Cope; *Bal. glacialis*, Lacép.

Océan Atlantique Nord; à peu près éteinte de nos jours.

3° *Balæna Aleoutensis*, Van Beneden; *Bal. Japonica*, Gray; *Bal. Sieboldii*, Gray?; *Bal. australis*, Temm. Faun. Japon?; *Bal. Cullamach*, Chamisso?; *Bal. du Nord-Ouest.*

De la côte N.-O. d'Amérique à la côte d'Asie.

HÉMISPHÈRE SUD. — 4° *Balæna australis*, Desmoulins; *Bal. antarctica*, Cuv.; *Southern right whale; Black whale.*

Océan Atlantique méridional, du Cap de Bonne-Espérance en Patagonie; Tristan d'Acunha.

5° *Balæna antipodum*, Gray; *Right whale; Black whale.*

De la Nouvelle-Zélande à la côte du Chili.

6° *Balæna emarginata*, Gray?; *Macleayius (Balæna) australiensis,* Gray? Espèce très-douteuse qui occuperait l'espace compris entre le Cap de Bonne-Espérance et le sud du continent australien.

7° *Balæna....?*; *Bowhead australe*:? espèce encore plus douteuse, des mers polaires australes.

SCRAG-WHALES.

Rhachianectes, Cope (*gen. nov.*).

Sur la côte de Californie, principalement de novembre en mai, on rencontre des Cétacés, longs de 12 à 14 mètres, que les baleiniers appellent *Californian greys*, *Californian rangers*, *Scrag-Whales.* J'ai rencontré de ces animaux plusieurs fois aux attérages de San-Francisco. Leur couleur est, en général, d'un gris bleuâtre; leur tête est étroite, allongée comme celle des Finbacks, avec lesquels je les avais d'abord confondus de loin, d'au-

tant plus qu'ils nageaient horizontalement comme ces derniers.

M. Cope en fait, avec raison, une espèce nouvelle du genre *Rhachianectes*, nouveau et créé par lui (1). Il l'avait d'abord rapportée au genre *Agaphelus*, Cope, également nouveau, qu'il avait établi sur l'examen d'un Cétacé de la côte orientale des Etats-Unis. Ce dernier, *Agaphelus gibbosus,* Cope, n'est autre que la *Scrag-Whale* des pêcheurs de cette côte, décrite par Dudley dès 1725, la même espèce que *Balæna gibbosa*, Erxleben, Bonn., Gmelin, Lacép., Desmarest, etc., placée à tort par les auteurs dans le genre *Balæna*. L'espèce californienne prenait rang sous le nom de *Agaphelus glaucus*, mais la forme différente des omoplates (celles de la *Scrag-Whale* de la côte orientale étant pareilles à celles des Baleinoptères, tandis que la *Californian Grey* a les omoplates des Baleines) en a fait le type d'un genre encore plus nouveau, le genre *Rhachianectes*, et l'espèce est désignée sous l'appellation de *Rhachianectes glaucus*, Cope.

Par l'apparence extérieure, l'espèce de l'Atlantique Nord et celle du Pacifique Nord diffèrent très-peu, ce qui justifie bien le nom de *Scrag-Whale*, donné à cette dernière par les navigateurs qui la rencontrèrent les premiers dans le Grand-Océan. Ses principaux caractères extérieurs sont : le corps allongé, pisciforme, la tête pointue comme celle des *Finbacks*, la lèvre inférieure plus avancée. Pas de plis à la gorge ni au ventre; pas de nageoire dorsale, mais une série de bosses (5, 6 ou 7)

(1) Ed. Cope : *On Agaphelus, a genus of toothless Cetaceans.* Proceeding of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, n° 4, sept. oct. 1865, p. 221.

sur l'extrémité postérieure du dos, jusqu'à la nageoire caudale, ressemblant un peu de profil aux dents d'une scie (cette disposition ne se retrouve que sur le genre *Agaphelus*). Les fanons sont petits, les plus longs à peine longs de 0,45, de couleur brun-clair. Les femelles, parvenues à toute leur croissance, atteignent de 12 à 14 mèt. et donnent, en moyenne, 40 barils d'huile ; la taille ordinaire des mâles est 12 mètres, et leur rendement 25 barils (1). Ces chiffres paraissent plus élevés qu'on ne devrait s'y attendre avec le nom de Scrag-Whale, littéralement : *baleine qui n'a que la peau sur les os*.

Le *Rhachianectes glaucus*, selon M. Scammon, ne se rencontre que dans l'hémisphère septentrional, plus Nord que 20° de latitude. Pendant l'été, il est commun dans la mer Arctique et dans la mer d'Ochotsk. On dit qu'on le trouve aussi sur les côtes de Chine, mais ce fait mériterait confirmation. En octobre et en novembre, on voit de nombreux individus sur les côtes de l'Orégon et de la Haute-Californie. Ces Cétacés se tiennent le plus souvent très-près de terre, au milieu des goëmons, ne craignant pas de se lancer dans les brisants : on en a vu souvent s'échouer et attendre tranquillement, sans paraître souffrir dans cette position, que la marée les remît à flot. Du mois de novembre au mois de mai, les femelles entrent, pour mettre bas, dans les lagunes communiquant avec la mer, qui bordent certains points de la Californie. Quelquefois on voit un petit nombre de mâles mêlés aux femelles dans l'intérieur des lagunes, mais ordinairement ils restent en dehors, à petite distance de l'entrée.

Pendant longtemps, les *Californian greys* avaient été

(1) Scammon.

respectés à cause des difficultés de leur pêche qui n'étaient pas compensées par leur rendement, mais, par suite de la diminution des baleines franches, on s'est mis à les poursuivre, et la guerre acharnée qu'on leur a faite pendant les dernières années, surtout dans l'intérieur des lagunes, au moment de la parturition, a dû en réduire considérablement le nombre (1). Les navires les chassent aussi, mais avec moins de succès, parce que ces animaux coulent le plus souvent une fois tués. M. Scammon donne des détails très-complets sur cette pêche, qui n'était pas sans périls, mais les dangers sont bien diminués par l'emploi presque exclusif de bombes-lances.

Deux grands Cétacés, signalés par Chamisso et Pallas, existeraient dans le Nord du Pacifique, *Balæna Cullamach*, Chamisso, et *Balæna agamachshik*, Pallas, mais ces espèces, établies seulement sur des images sculptées par les naturels des îles Aléoutiennes et des dessins japonais, sont douteuses : peut-être doivent-elles se rapporter aux genres *Agaphelus* ou *Rhachianectes*. M. Cope fait de la première une baleine franche, peut-être la même que *Bal. aleoutensis*, Van Beneden, mais, d'après la description de Chamisso, ce serait plutôt une *Scrag-whale*. Cet auteur la caractérise ainsi : « *Rictu amplo forma litteræ* » *S curvato, elasmiis maximis atro-cæruleis spiraculis* » *fluxuosis in medio capite, tuberculo in apice rostri* (*ex* » *imagine*), *pectore pinnisque pectoralibus albis*, *dorso* » *gibboso, sexpinnato.* »

Nota. — Chamisso a, en outre, signalé, dans les para-

(1) « Avant qu'il soit peu de temps, on ne se souviendra plus » de la Baleine grise de Californie que comme d'une espèce » éteinte. (Scammon). »

ges du Kamstchatka et des îles Aléoutiennes, d'autres espèces dont on ne connaît également que les modèles en bois. Ce sont :

L'Abugulich, des Aléoutes, *Amgolia* des Russes, très-grande espèce ; l'*Aliamoch;* le *Tshikagluk;* le *Mangidak*, *Magula* des Russes, probablement un Humpback.

HUMPBACKS.

Rorqualus, L.; *Megaptera*, Gray; *Kyphobalæna*, Eschr.; *Baleine à taquet*, des Français.

Le corps est trapu, comparé au corps des autres baleinoptères, la tête plus grosse, le ventre très-gros; les nageoires pectorales très-longues (1/4 de la longueur de l'individu), étroites, ondulées sur les bords, blanches à la face interne, quelquefois sur les deux faces. La dorsale placée tout à fait en arrière, faisant plutôt une bosse (1) qu'une nageoire. Les plis abdominaux moins nombreux que chez les autres baleinoptères. Autour de la bouche, des verrues, des tubercules gros comme le poing, portant chacun un crin. Aux pectorales et aux parties génitales, outre les *Cyames* (genre de parasites qu'on trouve sur tous les Cétacés) des Cirrhipèdes en forme d'étoile (genre *Diadema*) qui, eux-mêmes, portent d'autres Cirrhipèdes parasites (genre *Otion*). Les petits ont ordinairement, en naissant, 4 mètres de longueur, les adultes arrivent à 16 ou 17 mètres, quelquefois à 25.

Bennett (*A Whaling voyage*, etc.) signale des Humpbacks dans le voisinage des îles de l'Océanie, et sur la côte occidentale d'Amérique depuis le 49e degré de latitude Sud jusqu'au 40e degré de latitude Nord. Il les

(1) De là le nom de *Humpback; hump*, bosse, *back*, dos.

confond tous sous les noms de *Balœna gibbosa*, Gmel., (avec un ?), *Humpbacks of the Southern Whalers*. D'après lui, ce seraient les mêmes qu'on voit à S[te]-Hélène, où j'en ai vu, en effet, au milieu des navires, sur la rade de James 'Town, au grand déplaisir des pêcheurs qui prétendent qu'ils détruisent les poissons, ou, du moins, qu'ils les chassent de la côte. J'ai vu souvent des Humpbacks à l'île de la Réunion, à Madagascar, aux îles Comores, dans la mer d'Oman, près de Ceylan, etc. Le point où le *Tuscan* (le navire de M. Bennett) en a le plus rencontré, est le cap San-Lucar en Californie. Pour ma part, j'ai plusieurs fois vu la baie de San-Carlos de Monterey (Californie) pleine de ces Cétacés ; pendant la nuit, on entendait sans cesse le bruit métallique de leur respiration. On les chassait et on les dépéçait à la côte.

Il est probable, sinon certain, que les Humpbacks qui fréquentent ces localités éloignées les unes des autres que je viens d'énumérer, ne sont pas tous de la même espèce.

La dernière expédition de Dumont d'Urville a rencontré dans les mers Australes un Rorqual (*Balœnoptera Astrolabœ*, Hombr. et Jacq.) (1) que M. H. Jacquinot décrit ainsi, sommairement :

« Le *Rorqual noueux* (*Rorqualus nodosus*, Hombr. et
» Jacq. *Humpback* des pêcheurs), est bien reconnaissable
» et très-distinct des espèces du Nord. Comme elles, il
» atteint une longueur de 70 à 80 pieds, est en-dessus noir
» et ardoisé, blanc en-dessous. Les plis partent de la

(1) Figuré dans l'Atlas du voyage au Pôle Sud, pl. 24, fig. 1, sous le nom de *Balœnoptera Astrolabœ*. — Zoologie du Voyage ; T. III, p. 42 : *Balœnopt. Astrolabœ*, Hombr. et Jacq., *Rorqualus nodosus*, Hombr. et Jacq., *Balœnopt. nodosa*, Wagn. Schreb. pl. CCCLXVIII, fig. 32.

» gorge, se prolongent jusqu'à l'anus, mais au lieu d'être » rouges comme dans la Jubarte, leur intérieur est blanc » comme le reste des parties inférieures. Un des caractères les plus remarquables est la longueur des nageoires pectorales qui ont jusqu'à 18 pieds, et qui sont » entièrement blanches. Le dessus de la tête est garni » de nombreuses protubérances arrondies, de la grosseur du poing et disposées régulièrement. »

Dudley, en 1725, avait décrit des Cétacés de la côte de la Nouvelle-Angleterre, auxquels cette diagnose s'applique assez bien. M. Gray, par suite de la différence d'habitat, avait rapporté l'espèce vue par D'Urville à la *Balænoptera Antarctica*, Temm. et Schlegel, puis au *Rorqual du Cap,* mais c'est bien une espèce nouvelle.

J'ai rencontré souvent de nombreux troupeaux de Humpbacks à la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, et je n'ai jamais navigué auprès de la Nouvelle-Calédonie, des îles Loyalty (1) et de la Nouvelle-Zélande, sans voir quelques Cétacés de cette division. A la Nouvelle-Calédonie, il n'est pas rare d'en trouver dans l'intérieur des récifs, par des fonds de 15 à 20 mètres. Pendant un certain temps, il en vint même assez dans le détroit de Woodin, au sud de la Nouvelle-Calédonie, pour qu'on eût fondé à terre un établissement de pêche, et je tiens

(1) A ma connaissance, dans les premiers mois de 1860, trois navires américains avaient capturé, dans le golfe du Sandal, à Lifou, une des îles Loyalty, quelques Humpbacks dont j'ai vu les débris à la plage. La pêche a été reprise dans ces parages par des baleiniers anglais et américains autorisés, sous certaines conditions, par le gouvernement de la N.-Calédonie, en juillet et en août 1867. Le capitaine de la goëlette de l'Etat la *Gazelle* a vu le même jour, en 1870, dans le golfe du Sandal, six baleines dont deux furent prises par des navires présents sur les lieux. (*Annales Hydrograph.* 2e Sem. 1872).

de celui qui était à la tête de l'entreprise, qu'il l'avait abandonné plutôt parce qu'il manquait d'un personnel capable que parce que les Cétacés étaient rares (1). Un jour, un de ces Humpbacks, qui était resté pendant plus d'une heure tout près de mon navire, par un calme parfait, m'a paru ressembler beaucoup à la *Balænoptera Astrolabæ.*

Dans le golfe de Hauraki, au N.-E. de la Nouvelle-Zélande, j'ai rencontré des Humpbacks qui m'ont fait l'effet d'être les mêmes que ceux de la Nouvelle-Calédonie et des îles Loyalty. Appartiendraient-ils à une espèce que je trouve signalée sous le nom de *Megaptera Novæ-Zelandiæ*, représentée par des os tympaniques dans les collections du British Museum? (2). Autant que je pouvais en juger à distance, ils ne semblaient pas avoir plus de 10 à 12 mètres de longueur, tandis que la *Balænoptera Astrolabæ* mesure de 70 à 80 pieds (3). Formeraient-ils une espèce naine des mers Australes? Jusqu'à présent on n'a trouvé d'espèces naines de Cétacés à fanons que dans le groupe des Finbacks, mais depuis qu'on a reconnu des Cachalots nains (*G. Kogia*, Gray, *Euphysetes*, W. Wall), peut-on dire qu'il n'y a pas d'espèces naines de Humpbacks?

(1) Malgré cette assertion, l'établissement en question n'était pas bien sérieux. De temps en temps, on y ramassait bien quelques tonnes d'huile, mais les baleines n'étaient pas assez nombreuses pour une exploitation suivie, et encore moins pour attirer des navires.

(2) Van Beneden. *Les Squelettes des Cétacés et les Musées qui les renferment.* Bulletin de l'Acad. Roy. de Belgique, 1868.

(3) Le Dr Bennett attribue aux Humpbacks du Grand-Océan (*Humpbacks of the Southern Whalers*), une taille variant entre 9 et 12 mètres. Le Dr Thiercelin (*Journal d'un Bal.*, T. I, p. 61) leur donne de 15 à 16 mètres.

Le capitaine Colnett a signalé, en 1798, la ressemblance des Humpbacks de Californie avec la *Baleine noueuse* (*Balœna nodosa*, Bonn., Lacép., *Baleine tampon*) (1). M. Cope en fait une espèce particulière, qu'il appelle *Megaptera versabilis*, Cope : c'est l'espèce dont j'ai vu de nombreux échantillons à Monterey.

Je trouve, pour les espèces australes, dans la liste de M. Van Beneden et dans les Annales du Musée de Buenos-Ayres :

Megaptera Bürmeisterii, Gray. Côte de la Plata : un os tympanique au Musée de Buenos-Ayres ;

Megaptera Novæ-Zelandiæ ; os tympanique, British Museum ;

Kyphobalœna Lalandii, Bürm. ; squelette à Buenos-Ayres ; tête, côtes, vertèbres, etc., au Musée de la Soc. Asiat. à Calcutta, etc., etc.

Kyphobalœna Poeskop (probablement la même espèce que la précédente). Squelette complet à Paris au Museum d'hist. nat.

Kyphobalœna ..... Squelette provenant d'un animal long de 45 pieds, échoué à Pekalongan. Musée de Batavia.

M. Cope cite comme espèces à peu près connues :

Megaptera longimana, Rudolphi ; des mers Arctiques.

Megaptera Osphya, Cope; Atlantique Occidental, côte E. de l'Amérique du Nord.

(1) Dans la description de la *Baleine noueuse,* ni Bonnaterre ni Lacépède ne parlent de plis au ventre, mais il est probable que ce caractère a été omis par oubli ou erreur. Le reste de la description, les longues pectorales blanches, la bosse au lieu de nageoire dorsale, les noms vulgaires de *Bunch-Whale, Humpback whale,* indiquent bien que c'est une espèce du genre *Megaptera.*

Megaptera Brasiliensis, Gray ; côte du Brésil.

Megaptera Lalandii, Fischer ; Cap de Bonne-Espérance.

Megaptera Kuzira, Gray ; Pacifique Occidental.

Megaptera versabilis, Cope ; Californie (1).

J'ajouterai, pour mémoire, deux baleinoptères du Japon que Lacépède a classées sur des dessins Japonais, et qui semblent être des *Humpbacks*. C'est probablement de l'une de ces deux espèces que M. Gray a fait sa *Megaptera Kuzira* des mers du Japon ?

1° *Balænoptera punctata*, Lacép. Des plis sous la gorge ; 5 ou 6 bosses placées longitudinalement sur le museau ; la dorsale petite ; le corps et les pectorales mouchetés de blanc.

2° *Balænoptera nigra*, Lacép. Couleur générale noire. Quatre bosses placées longitudinalement sur le museau et le front. Les nageoires et les lèvres bordées de blanc.

On le voit, tout cela est assez douteux et confus, et nécessite grandement l'intervention de naturalistes sérieux. On trouve bien un certain nombre d'espèces cataloguées ; mais la plupart sont établies seulement sur quelques débris, des squelettes souvent incomplets, provenant d'individus d'âge et de sexe différents ; par suite, toutes les déterminations sont loin d'être certaines.

Malgré leur rendement assez productif, et la bonne qualité de leur huile, les *Humpbacks* n'avaient été poursuivis jusqu'à ces dernières années que par occasion, parce que, comme ils coulent ordinairement une fois tués, il fallait que la chasse eût lieu dans des baies; de

(1) D'après M. Scammon, les verrues de la tête de cette espèce n'auraient guère qu'un demi-pouce de saillie sur deux pouces de diamètre.

plus, leur vivacité, la rapidité de leurs mouvements inégaux, étaient dangereuses pour les embarcations. Aujourd'hui que les Baleines et les Cachalots sont rares, que l'emploi des bombes-lances se généralise de plus en plus, on ne dédaigne plus les Humpbacks. On a constitué pour les chasser, suivant les localités, des *Saisons des baies* qui ont donné de bons résultats dans les premiers temps, mais il paraît que ces avantages sont déjà bien diminués.

En décembre 1860, étant à Sydney (Australie), je donnais avis au Ministre de la Marine que j'avais rencontré, à diverses reprises, beaucoup de Humpbacks auprès de la Nouvelle-Calédonie et des îles Loyalty. Quelques petits baleiniers (brigs et goëlettes), armés à Sidney, venaient d'y rentrer, ayant fait une pêche fructueuse dans les récifs de *Bampton*, *Horse-Shoe*, etc. etc., qui avoisinent le Détroit de Torres. Quelque temps après, un baleinier français entrait à Sidney, ayant fait dans ces parages 2,800 barils d'huile dans l'espace relativement court de dix mois. Je ne sais si ce fut cet avis, communiqué aux Chambres de commerce, qui détermina des armateurs du Havre à envoyer des navires sur ce nouveau champ de pêche : ils n'y trouvèrent guère que des déceptions, ainsi qu'on peut le voir par la relation du capitaine Labaste, du *Winslow*, publiée dans les *Nouvelles annales de la Marine*, n° de mai 1864. J'ai connu particulièrement M. Labaste, il y a quelques années, dans la Mer du Sud, et certes, s'il n'a pas réussi, c'est qu'il n'y avait pas moyen. Cependant il ressort, de son rapport, que les Cétacés étaient assez nombreux, mais très-effarouchés. Il faut dire que le *Winslow* n'était arrivé à Bampton qu'en 1862, c'est-à-dire un an et demi après l'envoi de mon avis, et il peut bien se faire que le lieu de pêche eût été épuisé dans l'intervalle, surtout si l'on réfléchit qu'il est à portée

de Sydney, de Melbourne, des ports de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande. Le *Winslow* trouva 7 ou 8 navires à Bampton. Quant aux renseignements que M. Labaste a eus en Nouvelle-Calédonie, sur la certitude de réussir en pêchant dans l'intérieur des récifs qui entourent l'île, je ne sais qui a pu les lui donner. C'était une opinion au moins très-exagérée, et de plus, les difficultés et les dangers de la navigation dans ces parages, opposaient un obstacle sérieux à la réussite.

FINBACKS.

RORQUALS. — *Balænoptera*, Lacép.; *Pterobalæna*, Gray, Eschricht; *Baleine à aileron*; *Finwall* des Danois, etc.

Des plis à la gorge et au ventre; les vertèbres du cou séparées. Une nageoire dorsale, placée en arrière, assez élevée, pointue, un peu falciforme. Le corps allongé, peu de graisse, la tête pointue, conique. Les fanons très-courts, ordinairement gris marbré, quelquefois jaunâtres. Les pectorales petites, généralement noires en dessus, blanchâtres en dessous. Le dos et les côtés sont le plus souvent noirs ou brun-noir, le ventre d'un blanc de lait. Deux évents très-voisins, de sorte que le souffle ne forme qu'un seul jet, qui s'élève, avec un bruit strident, à 3, 4 et même 5 mètres; mais il se dissout rapidement. Les Finbacks sont ichthyophages.

Les mouvements des Finbacks sont très-irréguliers; ils fuient toujours horizontalement. En plongeant, ils ne font ordinairement sortir que très-peu leur queue hors de l'eau; cependant on les voit quelquefois sonder en prenant une position tout à fait verticale, la tête en bas; d'autres fois, ils plongent en se tournant sur le côté. En pleine mer, comme sur les rades, ils s'approchent des navires avec la

plus grande familiarité, plongeant par dessous et reparaissant de l'autre côté; mais, malgré cette apparence de confiance, ils semblent bien connaître le danger, car à la moindre alerte sérieuse, ils disparaissent.

Les mouvements irréguliers, la grande agilité de ces Cétacés, leur maigreur relative qui les fait couler une fois morts, font qu'on ne les chasse pas. Un grand individu, long de 20 mètres, ne donne que de 15 à 20 barils d'huile, quelquefois rien du tout (1).

Il y a de ces baleinoptères dans toutes les mers; elles paraissent affectionner les régions froides. On en voit de toutes les tailles, depuis les espèces naines jusqu'aux grosses espèces du Nord-Ouest. Pour ma part, j'ai rencontré des Finbacks dans l'Atlantique septentrional, dans le Pacifique Nord, en très-grande quantité aux environs des îles Malouines, sur la côte Sud du Chili, au Cap de Bonne-Espérance, près de Madagascar, dans la mer d'Oman, le golfe du Bengale, etc. MM. Hombron et Jacquinot les signalent en très-grand nombre dans les mers voisines du pôle austral.

Ayant joui presque toujours de l'impunité, ces animaux ont pu multiplier beaucoup plus que les autres grands Cétacés. Les espèces paraissent être nombreuses, mais comme elles n'ont pas été l'objet de poursuites régulières, elles sont encore moins connues, du moins celles des parages lointains, car on a pu examiner un assez grand nombre d'échantillons de nos mers. De tous les grands Cétacés ce sont ceux qui viennent échouer le plus souvent

(1) Il paraît cependant qu'ils ne sont pas toujours aussi pauvres en graisse. M. Scammon cite un *Finback* du Nord-Ouest (*Balænoptera velifera*, Cope), long de 21 mètres qui donna 75 barils d'huile.

sur les côtes d'Europe (1). Les squelettes des espèces suivantes de l'Atlantique-Nord :

1° *Balænoptera rostrata,* Fabr. (*Balænopt. minor,* Knox; *Baleinopt. museau-pointu*, Lacép.),

2° *Balænoptera borealis,* Cuv. (*Balænopt. laticeps*, Gray; *Balæna rostrata,* Rudolphi; *Rorqual du Nord,* Cuv.),

3° *Balænoptera communis*, Van Beneden. (*Physalus antiquorum,* Gray; *Balænopt. gigas*, Eschr.; *Rorqualus musculus,* Cuv., *Baleinoptères de la Méditerranée,* à un âge plus avancé),

4° *Balænoptera Sibbaldi*, Gray. (*Balænopt. latirostris*, Flower; *Balænopt. Carolinæ*, Malm; *Steypireyor*, des Islandais (2),

sont représentés dans les différents musées.

Les espèces du Nord sont représentées dans l'autre hémisphère et dans le Grand-Océan par des espèces avec lesquelles elles paraissent avoir des rapports très-étroits.

Le capitaine Colnett a signalé, dans le Nord du Pacifique et même à Panama, par conséquent en plein dans la zône torride, des Finbacks ressemblant beaucoup au *Gibbar* du Nord de l'Atlantique. Or le Gibbar (*Balæna physalus,* L., Bonn.; *Balænoptera gibbar*, Lacép.) est bien certainement un Finback, quoique les descriptions des anciens auteurs omettent toutes de dire s'il a des plis à la gorge, mais tous ses autres caractères le classent dans cette division; c'est sans doute le *Physalus antiquorum,* Gray, *Balænoptera communis,* Van Beneden.

Le Dr Thiercelin appelle *Jubarte* — probablement par

(1) Van Beneden. *Les Baleinoptères du nord de l'Atlantique.* Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique, T. XXVII, n° 4, 1869.

(2) Les pêcheurs du Nord appellent cette espèce *Silver-Bottom.*

confusion avec *Gibbar* — un Cétacé de la mer du Sud auquel il donne aussi tous les traits des Ptérobaleines, tels que la forme déliée de la queue, la nageoire caudale beaucoup moins large que celle des Humpbacks, une dorsale haute, pointue, falciforme, etc. Ce Cétacé a des mouvements très-vifs ; il ne lève pas la queue en l'air pour plonger, mais il se laisse couler horizontalement. Quelques pêcheurs du Pacifique appellent *Razor back* (dos en rasoir) un très-grand Cétacé (long de plus de 30 mètres !), très-maigre, ne donnant que très-peu d'huile, par conséquent non recherché. Selon le Dr Bennett, ce serait le *Rorqual du Nord* (*Balænoptera borealis*, Cuv.) ? Il n'est pas probable que ce soit la même espèce, mais quelle est-elle ? Le *Rorqual du Nord*, Cuv. n'a que 10 mètres ou 10 mètres 1/2 de longueur : c'est loin des 100 pieds du *Razor back*. Ce dernier est sans doute un individu du genre *Sibbaldius*, Gray, dont il sera question plus loin.

Dans le voyage de l'*Uranie*, sous les ordres du capitaine de Freycinet (1817-1820), on lit la description (1), par MM. Quoy et Gaimard, d'une baleinoptère qui vint s'échouer aux îles Malouines pendant le séjour forcé qu'ils y firent après le naufrage de leur navire. Ces naturalistes la rapportent à l'espèce *Baleinoptère à museau pointu*, *Balænoptera rostrata*, Fabr., mais il serait bien étonnant de retrouver, dans l'hémisphère Sud, une espèce de l'hémisphère Nord. Ce qui lève toute espèce de doute, c'est que la Baleinoptère à museau pointu du Nord n'a jamais plus de 10 mètres de longueur (2) et que celle

(1) Zool. du Voyage, p. 81.

(2) Jusqu'à présent, toutes les espèces de baleines naines ont été reconnues comme appartenant à la division des Finbacks.

des Malouines mesurait près de 18 mètres. La mâchoire supérieure était un peu plus avancée que l'autre ; les pectorales n'ont que le 9me de la longueur totale ; les plis commencent au bout de la mâchoire inférieure et s'étendent jusqu'au nombril.

A laquelle des trois espèces suivantes, dont les débris, plus ou moins complets, sont conservés dans le Musée de Buenos-Aires (1), appartient ce Finback des îles Malouines ?

1° *Balænoptera Bonaerensis,* Bürm., trouvée morte en 1867, dans le Rio de la Plata, près de Belgrano ;

2° *Balænoptera Patachonica*, Bürm., *Physalus Patachonicus*, Gray (*Proceed. Zool. Soc.* 1865, 190. *Catalogue of Seals* 374). Un individu échoué en 1832, un autre en 1866, dans le Rio de la Plata ;

3° *Sibbaldius antarcticus*, Bürm. *Proceed, Zool. Soc.* nov. 28. 1865. — Gray, *Catal. of Seals and Whales*, etc., 381. Espèce établie sur l'inspection d'une omoplate.

L'Océan indien a aussi des espèces particulières. Au musée de Colombo (I. Ceylan), on conserve un squelette de *Pterobalæna* (*Physalus Indicus,* Gray). Le musée de Leyde possède le squelette complet d'une très-grande espèce de Java, ressemblant extrêmement à la *Pterob.*

Dans les mers du Nord de l'Europe, il paraît y en avoir plusieurs espèces, mais elles se ressemblent extrêmement, de sorte que, s'il est aisé de les reconnaître comme *baleines naines*, il est très-difficile de les distinguer entre elles. Les fanons des baleines naines du Nord sont d'un jaune pâle ; leurs vertèbres sont au nombre de 48 seulement ; elles n'ont pas de Cirrhipèdes parasites sur la peau ; la dorsale a une bande blanche comme de la neige. On n'a jamais vu de ces baleines plus longues que 10 mètres. (Eschricht, *Corresp.*)

(1) *Anales del Museo publico de Buenos Aires, por* Germano Bürmeister, Director, etc. *Entrega quinta* 1868.

gigas du Nord de l'Atlantique, et décrite par M. Flower sous le nom de *Pterobalæna Schlegelii*, Flower.

M. Giglioli (Circomnavigation de la corvette italienne *Magenta*, 1865-1868) signale, le 27 avril 1866, devant l'entrée septentrionale du détroit de la Sonde, un énorme Cétacé, entièrement blanc-jaunâtre, long de 18 à 20 mètres, ayant une nageoire dorsale bien développée, située vers la queue. Les nageoires pectorales et la caudale étaient, en comparaison, plus petites. La couleur blanche n'était-elle pas un effet d'albinisme?

Le même naturaliste signale à l'entrée du golfe de Yedo (Japon) une autre Baleinoptère, paraissant différer très-peu de *B. musculus*.

M. Cope (*loc. citato*) cite à la côte N.-O. de l'Amérique du Nord, sur celle de l'Orégon, une grande espèce, *Balænoptera velifera*, Cope, que les dimensions plus considérables de sa nageoire dorsale séparent de ses congénères, ainsi que la couleur des fanons, qui sont de couleur plombée avec des bandes noires. Les autres espèces que cite M. Cope, dans son intéressant mémoire, sont :

Balænoptera arctica, Schlegel, du Pacifique Nord-Ouest.

Balænoptera Swinhoei, Gray. Mers de Chine. Très-peu connue.

Balænoptera patachonica, Gray. Atlantique Sud-Ouest.

Balænoptera antarctica, Gray. Nouvelle-Zélande.

Balænoptera fasciata, Gray.

Balænoptera australis, Desmoulins.

Le capitaine Scammon signale une espèce nouvelle :

Balænoptera Davidsoni, Scammon, *sp. nov.*, ainsi décrite dans les *Proceedings* de l'Académie des Sciences de Californie, vol. IV, 1873, p. 269 :

Le dessus du corps noir mat ; le dessous du corps, des pectorales et de la caudale, blanc ; une bande transver-

sale blanche à la surface externe des pectorales, près de leur base. Soixante-dix plis à la gorge; le creux des sillons rose-tendre, les parties proéminentes blanc de lait. La tête en pointe; la nageoire dorsale petite, falciforme, située aux deux-tiers de la longueur à partir du bout du museau. Les pectorales petites, étroites, à un tiers de la longueur. Les fanons d'un blanc pur, au nombre de 270 de chaque côté; les plus longs ne dépassent pas dix pouces. Longueur totale de l'animal : 27 pieds; longueur des pectorales : 4 pieds; largeur : 13 pouces. Hauteur de la dorsale : 10 pouces. Largeur de la caudale : 7 pieds 6 pouces. Se rencontre sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord, du Mexique au détroit de Behring.

L'échantillon décrit par le capitaine Scammon a été pris dans l'Admiralty Inlet, en octobre 1870. C'était une femelle avec un fœtus long de cinq pieds, ce qui rectifie l'erreur commise par les pêcheurs qui, jusqu'à présent, regardaient cette petite espèce comme un jeune du « Finback » de ces parages. Elle se rapproche beaucoup, comme on peut le voir, et comme le dit M. Scammon, de la *Balænoptera rostrata*, Fabr.

Jusqu'à présent les Finbacks n'ont pas été, pour ainsi dire, attaqués; j'ai dit pour quelle raison, mais, vu leur grand nombre et la rareté actuelle des autres Cétacés utilisables, il est probable qu'ils ne jouiront pas longtemps de l'immunité qu'ils ont eue jusqu'à présent. On étudiera leurs mœurs, on saura les baies qu'ils fréquentent, où l'on puisse profiter de leurs dépouilles, on trouvera moyen de les tuer à distance avec des bombes-lances ou d'autres engins du même genre.

SULPHUR BOTTOMS.

Sibbaldius, Gray.

Les pêcheurs connaissent sous le nom de *Sulphur bottoms* (dont les Français ont fait, par corruption, *Solf' bottom* et *Self' bottom*) des Baleinoptères, ordinairement de très-grande taille, peut-être les plus grands des Cétacés, et dont un caractère extérieur, remarquable chez quelques-unes, est la couleur jaune de soufre du ventre. Ces baleinoptères donnent peu d'huile, sont très-farouches, très-difficiles à capturer et coulent à fond le plus souvent une fois tuées ; aussi sont-elles peu poursuivies, on peut même dire pas du tout.

Quelques baleiniers donnent indifféremment le nom de *Sulphur bottoms* et de *Humpbacks* aux Cétacés de cette dernière catégorie. Lacépède dit que *Sulphur bottom* est le nom vulgaire de la Jubarte (*Balæna boops*, auct.) à la côte occidentale de l'Amérique du Nord. Il y a là erreur des deux parts. La Jubarte est, à la vérité, représentée dans le Pacifique Nord par des Humpbacks, mais un des principaux caractères de ces derniers, les verrues, les tubercules aux environs des lèvres, manquent aux Cétacés que la plupart des baleiniers appellent *Sulphur bottoms*. La forme de la tête de ces derniers est la même que chez les Finbacks ; leur corps est aussi effilé au lieu d'être massif comme celui des Humpbacks. Leur nageoire dorsale, d'un autre côté, est beaucoup plus petite que celle des Finbacks, mais elle paraît s'en rapprocher pour la forme.

M. Cope (*loc. cit.*) rapporte les *Sulphur bottoms* au genre *Sibbaldius*, Gray, formé au dépens des Ptérobaleines. Ce genre compterait plusieurs espèces dans le Grand-Océan, plus ou moins semblables à l'espèce. type,

Sibbaldius borealis, Fischer, de l'Atlantique et des mers polaires, la plus grande des Baleinoptères (1).

L'espèce du N.-O., *Sibbaldius sulfureus*, Cope *ex* Scammon, se montre en toute saison sur la côte de Californie. Ces grands animaux viennent souvent sur les rades, mais, en général. ils ne rôdent pas autour des navires comme les Finbacks.

M. Cope cite, dans ce genre :

Sibbaldius borealis, Fischer, le plus grand des Cétacés du Nord, de l'Atlantique et des mers polaires ;

S. laticeps, Gray. Mers Arctiques.

S. tuberosus, Cope (*sp. nov.*); de la côte Orientale de l'Amérique du Nord.

S. tectirostris, Cope ;

S. Schlegelii, Gray; de Java, probablement la même espèce que *Pterobalæna Schlegelii*, Flower, dont il a été question précédemment.

S. Antarcticus, Bürm., représentée par une omoplate dans le Musée de Buenos-Aires, serait douteuse pour M. Cope.

J'ai entendu des pêcheurs parler de *Sulphur bottoms* dans la partie méridionale du Grand-Océan; mais, comme ces animaux sont les plus vifs des Cétacés, qu'à cause de cela on ne les chasse pas, je n'ai pu avoir sur eux de renseignements un peu précis. Ici, comme dans tout le reste de l'histoire des Cétacés, règne encore une grande confusion.

(1) Cet énorme Cétacé est peut-être celui que les pêcheurs ont appelé *Razor-back*. Le Dr Thiercelin fait par erreur, du *Sulphur bottom*, une baleine franche, un *Nord-Kaper* (*Journal d'un Baleinier*, T. 1, p. 57). — Selon d'autres auteurs et quelques pêcheurs du Nord, le *Razor-back* serait le *Physalus antiquorum*.

CACHALOTS.

Physeter, L.; *Catodon*, Lacép.; *Sperm-Whale* des pêcheurs.

On rencontre des Cachalots pour ainsi dire dans toutes les mers, dans des circonstances climatériques bien différentes, dans la zône torride et dans des régions où il fait froid toute l'année. Cependant, il semble exister un rapport entre leur station et la température de la mer ; leur présence paraît indiquer des courants d'eau à une température plus élevée (1). On n'a pas trouvé de ces Cétacés dans l'Océan-Arctique au-delà du détroit de Behring, mais M. Nougaret (*Revue des Deux-Mondes*, 1er oct. 1869) en cite un pris aux environs de l'île Jan-Mayen. Dans l'hémisphère Sud, on en a rencontré au large du Shetland austral, entre 60 et 70° de latitude. La frégate autrichienne la *Novarra* en a vu beaucoup le 7 décembre 1857, au Sud de l'Océan Indien, près des îles St-Paul et Amsterdam. A diverses reprises, il en est venu s'échouer sur des points

(1) « Les Cachalots, dans les mers tropicales ou semi-tro- » picales qui sont plus spécialement leur habitat, vont, en » général, par grandes troupes, ou « *Schools.* » Les huit » individus, bien authentiques, pris sur les côtes d'Écosse (à » longs intervalles), étaient des animaux solitaires qui s'étaient » égarés vers le Nord, peut-être en suivant le cours du Gulf- » Stream. Le sexe de trois de ces individus n'a pas été reconnu, » ou du moins établi : on sait que les cinq autres étaient des » mâles, circonstance très-importante, en ce qu'elle corrobore » ce qu'a dit M. Thomas Beale, dans son histoire naturelle du » Cachalot, que les mâles arrivés à toute leur croissance vont » seuls à la recherche de leur nourriture. » (Turner, *On the capture of a Sperm Whale on the coast of Argyleshire*, etc. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Session 1870-71, p. 365).

de l'Europe : trente-deux se sont jetés à la côte dans la baie d'Audierne en 1784 ; six petits ont été pris dans l'Adriatique en 1853; le Musée de Cantorbéry possède les débris d'un individu échoué à l'entrée de la Tamise; à Londres, on voit le squelette d'un mâle pris en Écosse en 1863 (1); mais, bien qu'on puisse en rencontrer dans toutes les grandes mers, c'est dans la partie tropicale du Grand-Océan qu'ils sont le plus chassés aujourd'hui.

Les anciens auteurs, Fabricius, Linné, Bonnaterre, etc. reconnaissaient cinq ou six espèces de Cachalots, presque tous habitant le Nord de l'Atlantique, jusque dans les régions glacées voisines du Pôle. Lacépède avait même distrait du groupe des Cachalots, qu'il comprenait sous le nom de *Catodons*, deux ou trois espèces dont il avait fait un genre, celui des *Physétères*, caractérisé par une grande nageoire dorsale; mais les deux principales espèces de cette dernière catégorie, le *Physeter microps* et le *Ph. Mular*, décrits très-incomplètement par les vieux auteurs sur les récits des pêcheurs ou des Groënlandais, à peine contrôlés par quelques observations imparfaites, ne sont-elles pas tout simplement de grands Dauphins du genre *Orca* ? — le premier surtout, qui est représenté comme ayant des appétits sanguinaires, poursuivant avec acharnement les Phoques, les Dauphins et même les Baleines, ce qui est le cas des féroces espèces du genre Orque.

Les autres espèces, le *Grand Cachalot*, le *Petit Cachalot*, le *Trumpo*, etc., ne diffèrent guère les unes des autres

(1) Un mâle, long de 20 mètres, s'est échoué à l'île Skye (côte occ. de l'Écosse), dans le mois de juillet 1871. *Additional notes on the occurrence of Sperm-Whales in the Scottish Seas* by Rob. Turner ; même recueil, Session 1871-72.

que par la taille, le nombre et la forme des dents, par certaines particularités dépendant de l'âge et du sexe, par des omissions dans les descriptions des divers auteurs, mais, en réalité, par rien d'essentiel ; aussi Cuvier, plutôt que de se laisser aller à une classification de fantaisie, n'a-t-il admis qu'une espèce, le *Physeter macrocephalus*, commune à toutes les mers, et jusqu'à présent les naturalistes ont adopté cette manière de voir que semblent confirmer les observations des pêcheurs.

Je dirai peu de chose de cet animal décrit partout, mais je signalerai l'appendice du voyage du Dr Bennett (1) pour l'exactitude de la description du Cachalot, de son anatomie, de ses mœurs et de sa pêche. Dans cet intéressant travail, il est fait justice d'une multitude d'exagérations qu'on trouve encore dans des ouvrages classiques ; c'est ainsi, entre autres choses, que le Dr Bennett réduit la taille, que quelques auteurs donnent aux Cachalots, à vingt mètres pour les mâles, car les femelles sont ordinairement plus petites (15 ou 16 mètres). Un mâle de 20 mètres de long donne 90 barils d'huile et de blanc de baleine, les femelles de 20 à 30.

Les Cachalots vont communément par bandes de vingt à cinquante, quelquefois davantage, que les pêcheurs américains appellent *schools* et les Français *games*. La *game* est composée de femelles (*Cows*) accompagnées de leur petit (*Calf*), le tout conduit par un mâle adulte (*Bull*). Quelquefois on rencontre un Cachalot solitaire, alors c'est presque toujours un vieux mâle. Le souffle des Cacha-

(1) *Narrative of a Whaling Voyage round the Globe, by* F. D. Bennett, Londres 1840, T. 2, p. 145 à 229. — Voir, pour la description et les habitudes des Cachalots, le *Journal d'un Baleinier* du Dr Thiercelin. — *Letters from Whalemen*, Maury's Sail. Directions 1851. — Scammon, *loc. cit.*

lots est bien distinct de celui des baleines : il ressemble à une bouffée de vapeur blanche, épaisse, à demi-condensée. Il se projette obliquement en avant, s'élève habituellement à deux mètres de hauteur et s'évanouit assez vite. Pour plonger, les Cachalots lèvent doucement leur queue droit en l'air ; cette particularité aide à les faire distinguer des autres grands Cétacés. Ils se tiennent presque toujours dans les eaux profondes, ce n'est que très-rarement qu'on en voit près des terres basses ou sur des hauts fonds.

Il est réellement bien étonnant que des animaux vivant sur une telle étendue, dans des conditions de climat si différentes, soient tous de la même espèce. Il faut pourtant bien se rendre à l'évidence : le squelette de Cachalot mâle adulte des côtes de Tasmanie, qui est conservé, à Londres, au Collège Royal des Chirurgiens, ne montre aucune différence avec les squelettes des Cachalots pris dans les mers d'Europe (1). On comprend très-bien qu'on ait ramené à une seule espèce les cinq ou six qu'avaient établies les auteurs du dernier siècle : il s'agissait d'animaux vivant dans les mêmes mers; dans des conditions identiques, mais il faut convenir que cette unité d'espèce est bien étrange pour les Cachalots qu'on rencontre près de l'Equateur, aux environs de Tahiti, dans les canaux des Iles Paumotou, au Cap-Horn et dans la partie Australe de l'Océan Indien (2).

(1) Van Beneden, *Corresp.*

(2) Les Cachalots semblent parcourir d'immenses étendues de mer, si on s'en rapporte à ce que dit le capitaine américain Mac-Kenzie (*Letters from whalemen*, Maury's Sail. Direct. 1851). « On en a harponné sur les côtes du Japon qui, après s'être » dégagés de l'embarcation, se sont fait reprendre sur la côte du » Chili, ainsi qu'on a pu s'en assurer par la marque du navire

MM. Quoy et Gaimard ont établi une espèce particulière qu'ils appellent *Cachalot bosselé* (*Physeter polycyphus*) figuré dans l'Atlas du voyage de l'*Uranie* (1817-1820), mais cette détermination ne repose que sur un croquis communiqué par un baleinier anglais qui pêchait dans les Moluques. D'après l'échelle de ce dessin, le modèle vivant aurait eu 17 mètres de longueur. Les deux naturalistes n'avaient pas vu l'animal, mais ils tenaient du capitaine anglais que cette particularité, d'une série de bosses régnant tout le long du dos, se retrouvait sur tous les Cachalots de ces parages.

Près de là, dans la Mer de Soulou, en 1854, le capitaine américain Crocker (1) prit de nombreux petits Cachalots à la peau très-ridée, très-vifs dans leurs mouvements, et dont cinquante lui donnèrent 400 barils d'huile. Ces petits Cachalots ont été rencontrés dans la Mer de Flores, le détroit de Macassar, dans les Moluques. On en trouverait, dit-on, de pareils dans tout l'Océan Indien, jusqu'à la Mer-Rouge. Je crois bien que c'étaient des animaux de cette taille que pêchaient avec beaucoup de succès, il y a vingt ou vingt-cinq ans, des baleiniers Américains, dans le canal de Mozambique, les archipels situés au Nord et au N.-E. de Madagascar (du 5me degré de latit. N. au 3e degré de latit. S.), les Iles Comores, etc. suivant la saison. Je me souviens d'avoir vu souvent, de 1848 à 1850, des baleiniers en relâche à Zanzibar, à Anjouan, aux Îles Séchelles ; je ne saurais dire si cette pêche a

» sur le harpon. On cite l'exemple d'un Cachalot harponné sur
» la côte du Pérou et pris plus tard au large des Etats-Unis.
» J'ai souvent rencontré, au large du Cap Horn et du Cap de
» Bonne-Espérance, des Cachalots se rendant d'une mer à
» l'autre ».

(1) *Maury's Sailing Directions*, 1854.

encore lieu, probablement que non ; les Cétacés ont dû être détruits. En 1872, le 22 octobre, j'en ai rencontré deux à mi-distance du Cap Gardafui à la côte d'Arabie.

Ces petits Cachalots ne doivent-ils pas tous être rapportés au genre *Kogia*, Gray (*Euphysetes* W. Wall), distrait du genre *Physeter* pour contenir des Cachalots nains ? J'ai rencontré à la Nouvelle-Calédonie, en dehors des récifs de corail, là où l'eau est très-profonde — mais une ou deux fois seulement — de petits Cachalots qui doivent probablement être rapportés à ce genre; on en trouve également, pendant l'été, sur la côte Nord-Est de la Nouvelle-Zélande, mais on rencontre aussi, dans ces parages et sur les côtes d'Australie, des Cachalots de grande taille.

Le Muséum de Paris possède un crâne de *Kogia breviceps*, dû à M. Verreaux, et provenant d'Algoa-bay (Afrique australe). A Sydney, dans le Musée Australien, on remarque deux squelettes complets de *Kogia Grayii* et un de *Catodon* (*Physeter*) *australis* (1). Pourquoi cette épithète *australis ?*

BLACKFISH.

Globiocephalus, Lesson, Gray, Eschricht.

Pas de fanons ; des dents peu nombreuses, à couronnes persistantes, ne différant que très-peu de grosseur, coniques, avec le sommet quelquefois un peu recourbé. La tête très-bombée ; le museau obtus, arrondi, les coins de la bouche relevés en haut. Un seul évent en forme de croissant sur la partie postérieure et supérieure de la tête. Les pectorales longues et effilées (2); la nageoire

(1) Van Beneden : *Les squelettes des Cétacés,* etc.

(2) *Signum diagnosticum exclusivum.* Eschr. *Corresp.*

dorsale médiocrement élevée. De grande taille (de 3 à 5 mètres).

Les Globiocéphales voyagent en troupeau plus nombreux que les autres Dauphins, parfois de 100 à 2000 individus. Ils se nourrissent de Céphalopodes et de poissons, mais, presque toujours, on leur trouve l'estomac vide. Ce sont des animaux essentiellement paisibles, très-affectueux pour leurs petits et, en général, pour leurs semblables.

Le genre est représenté dans toutes les mers, sans doute par des espèces diverses, mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'elles diffèrent peu entre elles. On trouve des Blackfishes partout où il y a des Cachalots ; ils se nourrissent, en grande partie, des mêmes aliments que ces derniers.

L'espèce type est le *Globiocephalus svineval*, Gray, (*Delphinus globiceps*, Cuv.) (1), qui habite les mers du Nord de l'Europe, le détroit de Davis et descend dans la Manche. A certaines époques, elle est très-commune aux îles Feroë, où l'on a souvent pris plus de mille individus à la fois.

On la retrouverait, paraît-il, dans le Grand-Océan Boréal et sur les côtes du Japon, mais, malgré l'autorité de M. Van Beneden qui avance ce fait, il me paraît douteux, d'autant plus que M. Cope signale, d'après le capitaine Scammon, une espèce différente dans le champ de pêche du Nord-Ouest.

(1) Syn. d'après P. J. Van Beneden (*Recherches sur la Faune littorale de la Belgique*, *Cétacés*) : *Claing Whale* aux îles Shetland. — *Nesarnak*, en Islande. — *Delphinus melas*, Traill. — *Delphinus deductor*, Scoresby. — *Delphinus globiceps*, Schleg. *Faun. Japon.* — *Phocœna melas* Couch, de Selys-Longchamps. — *Delphinus melas*, Gervais.

Le *Delphinus feres*, Bonn., qu'on trouve dans la Méditerranée, me paraît devoir être rapporté à ce genre.

La couleur noire de ces Cétacés leur a fait donner le nom de *Black fishes* (*black* noir, *fish* poisson) par les baleiniers qui en rencontrent fréquemment dans le Grand-Océan, dans les deux hémisphères, entre les tropiques et par des latitudes élevées. Il est à présumer que, dans cette immense étendue de mer, il se trouve des espèces différentes, mais jusqu'à présent, elles ont à peu près échappé aux observations des naturalistes. J'en ai rencontré très-souvent. Une fois à l'île de Uapou (une des îles Marquises), les naturels en prirent devant moi une centaine, les forçant à s'échouer au rivage en les chassant à coups de pierres et en faisant un grand bruit. C'était une bonne aubaine : la chair de ces Dauphins était un supplément de nourriture animale auquel les gens de Uapou ne sont pas habitués, et les dents sont très-recherchées pour faire divers ornements.

Les baleiniers les chassent quelquefois, soit pour se procurer de l'huile pour l'éclairage des lampes du navire, soit pour exercer leurs équipages et même les distraire pendant les calmes et les petites brises. Ce passe-temps n'est cependant pas sans danger. L'animal, en sentant le harpon, saute quelquefois sur l'embarcation et on a vu des matelots tués en pareil cas. Il ne faut pas oublier que la taille de ces Cétacés est de trois et cinq mètres, quelquefois plus, avec une grosseur en proportion. Le rendement est d'un baril à dix d'huile assez fine, mais noire et puante, même quand elle est fraîche. Quelques petits navires, avec des équipages très-rédnits, ont été armés à diverses reprises en Californie, pour la pêche des Blackfishes.

Le Dr Bennett range dans une même espèce (*Phocæna*

sp.?; Blackfish of the South-Sea Whalers) tous les individus harponnés pendant le voyage du *Tuscan*. Comme on les hissait sur le pont du navire, il avait de grandes facilités pour les examiner. La description qu'il en donne, accompagnée d'une figure, diffère, en quelques points, des caractères énoncés plus haut, établis par MM. Eschricht et Van Beneden. La figure diffère un peu aussi d'une figure que je tiens de M. Eschricht. Les dents sont droites, coniques, très-écartées les unes des autres. Sur deux individus, elles étaient ainsi réparties : 6-7, 6-8. Il n'y en avait pas à la partie antérieure de la mâchoire d'en haut, mais des cavités pour loger les dents de la mâchoire inférieure. La langue est ronde, épaisse et charnue, les nageoires pectorales petites ; la nageoire dorsale, droite, triangulaire, occupe le milieu du dos.

Un petit nombre de parasites (G. *Cyamus*) adhèrent ordinairement à la peau des *blackfishes* ; les cavités du canal de l'évent et les intestins contiennent des paquets de vers ressemblant au *Lombricus teres*. L'estomac des individus examinés ne contenait que des débris de Céphalopodes.

Quoique ces Cétacés voyagent ordinairement en troupes, il arrive quelquefois, mais bien rarement, de rencontrer quelque individu solitaire ; c'est sans doute à la suite d'un accident, d'une chasse, qui a mis le troupeau en déroute, ou bien c'est un jeune qui a quitté sa mère depuis peu, moment où les Cétacés sont le plus exposés à s'égarer. Ordinairement le voisinage du navire et des embarcations ne paraît pas les effrayer.

On rencontre des Blackfishes un peu partout, d'assez près pour reconnaître les traits caractéristiques du genre, mais de trop loin pour distinguer les traits spécifiques. Quoiqu'on ait dit sur le cosmopolitisme, ou du moins la

grande extension de l'espèce type, en admettant même qu'elle se retrouve dans le Grand-Océan boréal et au Japon, est-on sûr qu'elle existe dans l'hémisphère austral? C'est peu probable : peut-être qu'un examen plus approfondi des *blackfishes* que le Dr Bennett a eus en sa possession, sur le pont du *Tuscan*, aurait résolu la question dans le sens négatif. C'est ce que font les notes de M. Scammon et de M. Cope (*Proceedings Acad. Nat. Sc. Phil.*, n° 1, 1869). Le *Blackfish* du Nord-Ouest de la Californie et de la côte occidentale d'Amérique serait une espèce particulière, que M. Cope a appelée *Globiocephalus Scammonii*. M. Scammon dit que les endroits favoris des *blackfishes*, sur la côte occidentale des deux Amériques, sont au large du Guatémala, de l'Equateur et du Pérou : est-ce de cette espèce seule qu'il veut parler? D'après M. Cope, ses dents plus nombreuses, ainsi disposées 10 — 12, 8 — 10, la distingueraient d'une autre espèce qu'il cite, *Globiocephalus macrorhynchus*, Gray, de la Mer du Sud. M. Cope cite encore trois espèces : *G. Chinensis*, Gray, douteuse, même quant au genre ; *G. Sieboldii*, Gray, et *G. Indicus*, Blyth. Le croquis joint aux notes de MM. Cope et Scammon diffère des figures données par Bennett et Eschricht ; la dorsale est surtout plus en avant que dans la première. Le *G. Indicus*, Blyth, du golfe du Bengale, a les pectorales et la caudale beaucoup plus larges, la nageoire dorsale plus allongée et plus basse.

KILLER.

Orca, Eschricht ; *Killer*, *Trasher* des baleiniers, *Grampus? Epaulard*?

Les espèces du genre *Orca* se rencontrent dans toutes les mers, mais le nombre des individus paraît être bien



inférieur à celui des Blackfishes; on ne les voit que par petites bandes de six à vingt. Leur taille est ordinairement de 5 ou 6 mètres pour les mâles, 4 ou 5 pour les femelles; cependant on voit des mâles qui arrivent à 9 mètres. Leur robe, au lieu d'être toute noire, est plus ou moins tachetée de blanc. Leur museau est moins arrondi, plus proéminent que celui des Blackfishes ; la tête moins bombée. La nageoire dorsale est très-haute, presque perpendiculaire; les pectorales ovales et robustes. Les dents, peu nombreuses, très-fortes, sont répandues sur toute la longueur des mâchoires.

Les Orques fréquentent les parages où il y a des baleines et le voisinage des îlots où les phoques font leurs petits. Ce sont des animaux essentiellement carnassiers, attaquant les phoques et les baleines « qui s'enfuient » devant elles comme les chevaux devant une troupe de » loups affamés » (1). Sur cette particularité, M. Eschricht en a fait un ordre à part, celui des *Sarcophages*. Les Orques recherchent les animaux à sang chaud; elles attrappent quelquefois des oiseaux de mer, mais souvent elles sont obligées de se contenter de grands poissons.

Au mois de février 1861, M. Eschricht eut l'occasion d'examiner un mâle échoué sur la côte du Jutland. Il avait 7^{m} 50 de longueur. On savait que les Orques étaient des animaux carnassiers, qu'on avait une fois trouvé la moitié d'un marsouin dans l'intérieur d'un individu, mais, chez celle-ci, c'était bien autre chose. Il y avait quinze phoques et treize marsouins ! Il ne restait que les os de ces derniers, mais les phoques étaient en grande partie tout frais, quelques-uns étaient digérés, sauf la peau et les os. Il y en avait des gros, des jeunes et des nouveau-nés.

(1) Eschr. *Corresp.*

« Il est bien heureux, m'écrivait M. Eschricht, que j'eusse » beaucoup de témoins; sans cela peut-être aurais-je » été tenté de mentir afin de ne pas passer pour un » menteur ».

Les Orques unissent leurs efforts quand il s'agit d'attaquer une baleine. Les unes se suspendent à sa lèvre inférieure, avec la ténacité d'un boule-dogue, pendant que les autres la frappent, à coups redoublés, avec leur queue : de là le nom de *trashers* (1). La pauvre bête expire bientôt sans offrir, pour ainsi dire, de résistance à ses persécuteurs; les Orques se repaissent de sa chair et de sa langue qu'elles paraissent surtout convoiter.

Il est à peu près certain qu'elles n'attaquent pas les Cachalots qui, avec leur mâchoire inférieure armée de dents formidables, leur résisteraient sans doute mieux que les Cétacés à fanons.

L'espèce type, *Delphinus Orca*, Bonn., Lacép., habite les mers du Nord de l'Europe, l'Atlantique boréal et poursuit sa proie jusque dans la Baie de Baffin. Elle pénètre quelquefois dans la Méditerrannée (2). D'après M. Verreaux, on l'a observée sur les côtes de l'Afrique australe, à Algoa-Bay ; sur les rivages du Chili, selon M. Eydoux, et dans la mer du Japon (Schlegel).

L'espèce à laquelle les habitants de la côte orientale des Etats-Unis donnent les noms de *Killer* (tueur) et de *Trasher* (fouetteur), les marins anglais le nom de *Grampus*, est peut-être la même; cependant elle paraît en différer par la nageoire dorsale encore plus élevée, qu'on a comparée à une épée, et placée plus près de la tête, presque sur la nuque; c'est le *Delphinus gladiator*, L., Bonn., La-

(1) Ce dernier détail est-il bien vrai ?
(2) Gervais.

cép., *Dauphin épée de mer*, Bonn., *Delph. Orca*, variété B., L.

Le *Dauphin ventru* (*Delphinus ventricosus, Delph. Orca*, variété A, Bonn.) appartient au même genre, peut-être à l'espèce type.

S'il y a encore de l'hésitation pour la classification des Orques qui habitent des mers voisines de nous, à plus forte raison est-on encore assez peu instruit sur le compte des espèces des mers lointaines. Les navigateurs et les baleiniers qui les firent connaître les premiers, retrouvant des caractères qui leur rappelaient des animaux communs dans les mers fréquentées auparavant en vue de la pêche, leur donnèrent les noms de ceux-ci, mais il est bien possible, malgré l'autorité de MM. Verreaux et Eydoux, que les espèces des mers australes diffèrent de celles des mers boréales. En tout cas, dans la liste de M. Van Beneden, des débris de Cétacés possédés par les musées, on trouve cités :

Pseudorca meridionalis, de Tasmanie (Cambridge).

Delphinus Orca, du Cap de Bonne-Espérance (Christiania) ; est-ce la même espèce que « *Orca capensis*, Gray, » dont un crâne est conservé au British Museum ?

Delphinus Orca, deux crânes d'adultes au Muséum de Paris, provenant l'un du Chili, l'autre d'Algoa-Bay.

Orca meridionalis, Flower (Philadelphie), des mers de l'Australie.

M. Cope signale (*Proceed. Acad. Nat. Sc. Philad.* n° 4 Sept. Oct. et Nov. 1866, p. 293) une espèce nouvelle des environs de Païta (Pérou), qu'il appelle *Orca destructor*, et qui se rapproche beaucoup de deux autres espèces : *Orca crassidens* et *Orca meridionalis*.

Dans le même recueil (n° 1, janv., févr., mars et avril 1869), il décrit, d'après le capitaine Scammon, deux

espèces du Pacifique Nord. La première, *Orca rectipinna*, Cope, *Killer*, est surtout remarquable par sa grande dorsale, toute droite, placée presque au milieu du dos, étroite et haute de deux mètres et même davantage, chez les mâles de grande taille; l'extrémité de cette nageoire retombe toujours d'un côté ou de l'autre. Le corps des mâles est ordinairement noir, avec des bandes blanches qui s'étendent sur les côtés, depuis l'œil jusqu'en arrière de la nageoire dorsale. Les femelles ont presque toujours la plus grande partie du ventre blanche. Leur nageoire dorsale est moins haute que celle des mâles.

L'autre espèce, *Orca ater*, Cope, *Short-finned Killer*, a la nageoire dorsale plus courte, beaucoup plus large à la base et dirigée plus obliquement. Le corps est noir ordinairement, avec une grande tache blanche derrière les yeux.

La première de ces espèces se rencontre le long des côtes de Californie et plus au Sud; la deuxième sur celles de l'Orégon et vers les îles Aléoutiennes.

Le rendement d'une *Orca rectipinna*, prise par le capitaine Scammon, ne fut que d'un baril et demi d'huile, presque aussi claire que de l'eau de source. Le lard, très-blanc, avait à peine une épaisseur de 0^m 020.

Le D[r] Bennett rapporte que, pendant le voyage du *Tuscan*, des troupeaux d'Orques furent très-souvent rencontrés dans le Grand-Océan, entre 44° de latit. N. et 8° de latitude Sud: ils les confond toutes sous le nom de *Grampus of the Southern Whalers*, sans les spécifier autrement.

Ces animaux ne sont jamais chassés à cause de leur naturel farouche et de la vivacité de leurs mouvements. Ce n'est guère que par hasard, lorsqu'ils viennent s'échouer sur les rivages, qu'on profite de leurs dépouil-

les, et, si on en juge par l'exemple relaté tout à l'heure, leur rendement ne serait guère en rapport avec leur taille.

Outre ceux qui précèdent, les navigateurs rencontrent dans le Grand-Océan d'autres Cétacés, des genres Dauphin et Delphinaptère, dont les principales espèces ont été signalées par les naturalistes attachés aux expéditions de découvertes qui ont sillonné ces mers lointaines, surtout de 1815 à 1840 (1). J'ai essayé de résumer ce qu'on sait sur les Cétacés dont les produits ont été utilisés jusqu'à présent. Quelques-uns menacent de s'éteindre avant peu, par suite de la guerre acharnée qu'on leur fait, et il est probable que les autres auront ensuite leur tour : leur naturel sauvage ne suffira plus pour les mettre à l'abri des nouveaux engins, les obus, les bombes-

(1) J'ai eu plusieurs fois l'occasion de voir à la Nouvelle-Calédonie, dans l'intérieur des récifs et même dans des baies profondes, comme celle de Nouméa et celle de Kanala, de très-grands Dauphins à nageoire dorsale élevée. Mes tentatives pour en harponner n'aboutirent à rien ; malgré leur apparence paisible et indolente, il n'y eut jamais possibilité de les approcher d'assez près pour lancer un harpon. Un de ces animaux s'échoua un soir sur l'île aux Lapins, dans la rade de Noumea, où bivouaquaient deux hommes de mon équipage. N'étant pas en force pour haler à terre une pareille masse, ils se contentèrent de l'attacher avec une corde pour que la marée ne l'emportât pas. Pendant la nuit, le cadavre fut complètement déchiqueté par les requins, les débris de la chair et du squelette entraînés et dispersés par la mer. On ne sauva que la tête que j'ai déposée, dépouillée de ses chairs, au Muséum d'Hist. Nat. de Paris, à mon retour, en juin 1863. Cette tête a été inscrite sous le nom de *Delphinus tursio ?* Il est probable que, si l'animal entier avait pu être examiné, on eût trouvé dans l'espèce Néo-Calédonienne quelque différence avec le *D. tursio* de l'Atlantique-Nord.

lances et les projectiles empoisonnés du Dr Thiercelin.

Note A. — J'ajouterai ici la liste des grands Cétacés rencontrés pendant le voyage de circomnavigation de la corvette italienne *Magenta* (1865-1868), d'après M. E. H. Giglioli. (*Bolletino della Soc. Geogr. Italiana*, Firenze, 15 nov. 1871).

Balæna australis, Desmoul.

Balænoptera musculus, L. (?).

Balænoptera Lalandii, Fischer; *Poëskop* des Hollandais; le 1er mars 1866, par latit. S. 43° 49', long. E. (Greenw.) 5° 26'; une deuxième fois, deux individus par latit. S. 41° 42', long. E. 84° 56'; une troisième fois, deux autres individus dont l'un paraissait avoir plus de 30 mèt. de longueur; latit. S. 36° 4', long. E. 82° 56'.

Balænoptera alba, Sp. nov. — Le 27 avril 1866, dans l'entrée septentrionale du détroit de la Sonde, vu un énorme Cétacé entièrement blanc-jaunâtre. Longueur de 18 à 20 mèt. Une nageoire dorsale bien développée, située vers la queue : les nageoires pectorales et la caudale plus petites en proportion. M. Giglioli se demande si la couleur blanche du corps n'était pas un effet d'albinisme.

Balænoptera....., Sp. A l'entrée du golfe de Yedo (Japon), un individu paraissait différer très-peu de *B. musculus*.

Amphiptera, Giglioli. Gen. nov.

Amphiptera Pacifica, Gigl. Sp. et gen. nov.

4 septembre 1867. Dans le Pacifique, latit. Sud, 28° 36', longitude Ouest, 88° 10'. *Deux nageoires dorsales* bien marquées, séparées par un intervalle de près de deux mètres. Ces nageoires étaient grandes et bien développées, par rapport aux dimensions de l'animal, qui pouvait avoir 18 mètres de long. La tête proportionnée, le museau large et arrondi, les mâchoires presque égales, l'infé-

rieure un peu plus avancée, les yeux petits, les évents sur le sommet de la tête, près l'un de l'autre. L'animal remuait constamment la mâchoire inférieure comme s'il était occupé à mâcher quelque chose. La queue relative-vent grande, les pectorales également. En se retournant sur le flanc droit pour plonger, le Cétacé montra son ventre de couleur blanc pur; la peau de la poitrine paraissait être lisse et sans plis.

C'est la première Baleinoptère observée avec deux nageoires dorsales. M. Giglioli dit qu'il est probable qu'elle se retrouve, *probablement*, à la côte d'Australie et à la Nouvelle-Zélande. Je ne saurais dire sur quoi M. Giglioli fonde cette probabilité. Il me semble déjà bien étonnant que la découverte de cet animal, sur un point de la mer du Sud aussi fréquenté, se soit fait attendre aussi longtemps.

La *Magenta* n'a jamais rencontré de Cachalots, bien qu'elle ait traversé les parages où ils étaient communs il y a peu d'années.

M. Giglioli cite un bon nombre d'espèces de Dauphins rencontrés pendant le voyage, des genres *Phocœna*, *Neomeris*, *Delphinus*, *Delphinorhynchus*, *Stenodelphis*, *Delphinapterus*.

PHOQUES

Nulle part on n'avait trouvé les Phoques plus nombreux que dans les hautes latitudes australes ; aussi, malgré la rigueur du climat dans ces régions, commença-t-on de bonne heure à les chasser pour profiter de leurs dépouilles. Dès la fin du siècle dernier des expéditions se succédèrent, partant des ports d'Angleterre et surtout des Etats-Unis d'Amérique à peine constitués comme nation.

Les parages du Cap Horn, la Terre des Etats, les îles Malouines, les côtes méridionales de la Nouvelle-Zélande, celles de la Nouvelle-Hollande, de la Tasmanie, les régions glacées du Nouveau-Shetland, et toutes les îles désertes répandues au sud des grands Océans, furent tour à tour visitées. Comme les Phoques exécutent des migrations périodiques, le plus ordinairement les navires déposaient sur ces îles, souvent séparées les unes des autres par des centaines de lieues, quelques hommes chargés de tuer les animaux, d'extraire l'huile de leur graisse, et de préparer les peaux : ces mêmes bâtiments allaient se livrer à quelque autre industrie, puis revenaient prendre leurs hommes avec les produits recueillis, quelquefois un an ou dix-huit mois après ; mais, quelquefois aussi, par suite de circonstances imprévues, un naufrage par exemple, le navire ne revenait pas, et alors la position des malheureux pêcheurs devenait des plus critiques. Que de drames inconnus ont dû dérouler leurs tristes péripéties dans ces régions désolées !

La pêche des Phoques, jointe à celle de la baleine, fut une des principales ressources des colonies anglaises de l'Australie, pendant leur enfance. Les baies des côtes méridionales de la Nouvelle-Zélande virent, pendant plusieurs années, des colonies permanentes de *sealers*, race énergique d'aventuriers, disparue avec les animaux dont la poursuite l'avait fait surgir.

Le capitaine américain Benjamin Morrell, dans le récit de ses voyages autour du Monde (1828-1830) donne des détails assez circonstanciés sur cette industrie, mais si on veut avoir une idée précise de ce qu'était la pêche des phoques dans les mers Australes, il faut lire les récits d'un navigateur de la même nation, Fanning (1), et de plus

(1) *Voyages round the World with selected sketches of Voya-*

cette lecture montre toute l'audace des Américains, leur esprit d'entreprise (*Yankee enterprise*).

L'impuissance des Phoques à s'enfuir, quand ils sont à terre, la facilité avec laquelle on les met à mort, faisaient de ces chasses de véritables massacres où les victimes se comptaient par centaines de mille (1), et, en outre, comme ces tueries avaient lieu vers l'époque de la parturition des femelles, on devait s'attendre à voir le nombre de ces animaux diminuer rapidement, et des localités, où on les trouvait d'abord par milliers, s'épuiser tout-à-fait. Il fallait alors chercher de nouveaux champs à exploiter, et quand on en avait trouvé un, on en dérobait, par tous les moyens possibles, la connaissance aux concurrents : c'est ainsi que les îles Crozet ont été longtemps signalées, avec dessein, dans une position inexacte. Il faut lire, dans le récit de Fanning, l'étonnement d'un commodore russe, à la tête d'une expédition de découvertes en 1821, de rencontrer, au moment où il croyait avoir trouvé des terres nouvelles (2), une petite flotte de navires de Stonington, installés dans *Yankee Harbour*, et dont les capitaines lui offraient leurs services comme pilotes. En 1858, il n'était bruit à Melbourne que d'un petit archipel, situé par environ 50° de latitude Sud et 73° de longitude Est, découvert par un navire anglais pendant sa traversée de Liverpool en Australie : plusieurs navires américains étaient installés dans une grande baie et pêchaient l'*Éléphant de mer* avec beaucoup de succès. Un des capitaines avait découvert ces îles dix mois auparavant et s'était

ges to the South-sea, 1792-1832 *by* Edmund Fanning, New-York, 1833.

(1) En 1800, 159000 phoques furent tués à la Nouvelle-Georgie seulement. (Fanning, p. 299).

(2) La *Terre de Palmer*, au sud du Nouveau-Shetland.

bien gardé d'en faire part à personne en dehors de ses armateurs (1).

On considérait les Phoques comme détruits, en 1829, à Tristan d'Acunha, où ils étaient en nombre considérable vingt-cinq ans auparavant (2). En 1830, il n'y en avait plus aux îles Auckland ni aux Snares, îlots rocailleux au sud de la Nouvelle-Zélande (3). Cependant, d'après M. Cécille, la pêche était encore très-productive en 1839 sur les rochers des îles Malouines (4).

Il est peu probable qu'on trouve désormais de nouveaux lieux de pêche, et comme les anciens sont tout-à-fait épuisés, c'est une industrie qu'on peut considérer comme tombée plus bas encore que la pêche de la baleine (5). Il reste cependant encore des Phoques sur

(1) Ces îles avaient été cependant signalées en 1854 et nommées îles *Mac-Donald*, du nom du marin anglais qui les avait découvertes; mais, comme elles n'avaient pas été explorées, et que, par suite de leur position, elles ne pouvaient guère offrir d'intérêt qu'à des pêcheurs de Phoques ou à des baleiniers, dénuées qu'elles étaient sans doute de toutes ressources (de même que toutes les terres situées à ces latitudes dans l'hémisphère austral), on ne fit pas attention à cette découverte, en dehors du point de vue purement géographique. Il n'y a rien d'étonnant que l'Américain, qui les retrouva quatre ans plus tard, ne les connût pas. J'en dirai autant pour ma part, quand je traversai la partie sud de l'Océan Indien en 1860 : je n'avais que des cartes antérieures à 1854, et, en entendant parler de ces îles, je crus tout d'abord qu'on avait fait un double emploi avec la *Terre de Kerguelen* qui en est peu éloignée.

(2) Morrell, *Voyages*.

(3) Id.

(4) *Rapport sur la campagne de la corvette l'Héroïne*, 1836-1839.

(5) La pêche des Phoques a encore lieu dans les mers glaciales de l'hémisphère Nord. Quelques navires de Peterhead, de

les côtes de l'Amérique du Sud, du côté de l'Atlantique, et sur celles de l'Amérique du Sud et de l'Amérique du Nord qui bordent le Grand-Océan : nous avons vu beaucoup de ces animaux en Californie et au Pérou. Leurs débris entrent pour une part considérable dans la production du guano des îles Chinchas. Sur ces côtes, les noms répétés de *Pointe Lobos, Ile Lobos* (1) indiquent les nombreux endroits qu'ils fréquentent encore ; mais il est à présumer que les gouvernements des états riverains ne permettraient pas aux étrangers de se livrer à la pêche, la réservant à leurs nationaux.

Lors de l'expédition du capitaine Duperrey sur la *Coquille* (1822-1825), différentes espèces de Phoques fréquentaient toutes les terres australes, et quelques années plus tard, MM. Quoy et Gaimard, se plaignant de la confusion régnant dans la classification de ces animaux, écrivaient avec raison (Voyage de l'*Astrolabe*, 1826-1829, Zool. T. I, p. 64) qu'il était à craindre que ceux de l'hémisphère Sud ne disparussent avant qu'on n'en eût caractérisé toutes les espèces, à cause de la guerre d'extermination qu'on leur faisait.

Ces espèces sont en effet très-nombreuses, mais il s'en faut certainement que toutes soient rigoureusement établies. La plupart ne l'ont été, dans l'origine, que sur des récits incomplets de voyageurs, ou sur des dessins

Dundee et autres ports de l'Écosse, se rendent tous les ans au printemps dans la mer Polaire. Cette année (1869), il y avait, dit-on, 10 navires dans le Nord. Un de ces bâtiments était de retour à Dundee le 2 mai, ayant pris 4000 Phoques donnant 50 tonneaux d'huile. Le dernier navire était rentré à la fin d'août, ayant 120 tonneaux d'huile provenant de 5000 Phoques et de 4 baleines.

(1) *Loups*, en espagnol.

trés-inexacts, souvent faits avec des idées préconçues (1). Il a été reconnu que les différences de sexe et d'âge sont cause de grandes différences dans l'aspect d'individus qui sont pourtant de la même espèce. L'examen anatomique n'offre pas même toujours une garantie suffisante, d'aprés M. Bürmeister. Le savant directeur du Musée de Buenos-Ayres parle de crânes de phoques qui sont si différents à droite et à gauche que « si l'on » trouvait les particularités de chaque moitié sur des » individus isolés, on ne pourrait s'empêcher de penser » à des différences spécifiques (2) ». Le même naturaliste, comparant tout ce qu'il a pu recueillir sur la côte orientale de l'Amérique du Sud, concernant les Otaries ou Phoques à oreilles extérieures, n'en trouve réellement que deux espèces. En outre la synonymie des pêcheurs est aussi inextricable que celle des naturalistes; il est peut-être plus facile de se reconnaître au milieu des noms imposés par ces derniers que dans les *lions*, les *loups*, les *ours*, les *veaux*, les *éléphants*, les *renards*, etc. des marins.

Les pêcheurs de Phoques des mers australes en reconnaissent trois classes, trois catégories recherchées dans le commerce :

1° Les *Eléphants marins*, chassés pour leur huile très-pure, très-abondante, presque sans odeur;

(1) Telle est, par exemple, la figure du *Lion marin* de Juan Fernandez, dans le voyage d'Anson. Il est bien évident, ainsi que le fait remarquer judicieusement Péron (*Voy. aux Terres Australes*), que l'auteur du dessin avait présents à l'esprit les *Tritons* et les antiques *Syrènes*, beaucoup plus que la simple réalité.

(2) P. J. Van Beneden. *Bulletin de l'Acad. Royale de Belgique*, T. XXVI, 1868, p. 73.

2° Les *Phoques à crin* (*Hair seals*) qui donnent également de l'huile et dont la peau fait d'excellents cuirs ;

3° Les *Phoques à fourrures* (*Fur seals*), fournissant des fourrures qui étaient l'objet d'un commerce très-important et très-lucratif avec la Chine.

Je vais essayer d'accorder les espèces des pêcheurs avec les espèces les mieux établies par les naturalistes. Celles des mers australes sont plus grandes que celles qu'on rencontre dans l'hémisphère Nord. Elles se classent d'abord en deux groupes : les *Phoques* et les *Otaries* qui diffèrent des Phoques par la présence d'oreilles externes.

1° ÉLÉPHANT MARIN.

Syn. — *Miourong*, *Phoque à trompe*, Boitard ; Dict. d'hist. nat. de Ch. d'Orbigny.

Phoca proboscidea, Péron. Voy. aux Terres Australes.

Phoca Ansonii, Desmar. ; *Phoca Coxii*, Desmar.

Phoca leonina, L.

Macrorhinus proboscideus, F. Cuv. (1)

Mirounga proboscidea, Gray.

Grand Phoque des îles Saint-Paul et Amsterdam, *Macrorhin de l'île Saint-Paul*, Jard. des plantes ?

Phoque à museau ridé, Forster.

Lion marin, *Sea Lion de Juan Fernandez*, Coxe, Anson.

Lame des Chiliens, Molina.

Loup marin, Pernetty, Voy. de Bougainville aux îles Malouines.

(1) *Phoca patagonica*, F. Cuv. ; *Mironga patagonica*, Griff. ; *Macrorhinus patagonicus*, Griff. sont, sans doute, de simples variétés.

Cochon de mer, Pernetty.

Sea Elephant des Anglais et des Américains, Fanning, Morrell.

Je ne dirai que quelques mots de cette espèce, renvoyant pour sa description complète aux auteurs cités, surtout à Péron (Voy. aux Terres Australes).

Les mâles arrivent à une longueur de 8^{m} sur une circonférence de 5 à l'endroit le plus épais du corps, vis-à-vis les membres antérieurs. Les femelles sont ordinairement de moitié plus petites. Les mâles seuls ont le museau prolongé en une sorte de trompe, longue de 0^{m} 18 à 0^{m} 20 ; mais on suppose que cet allongement n'a lieu qu'au temps des amours. Ces animaux paraissent ennemis d'une chaleur trop active et d'un froid trop vif : pendant l'hiver ils émigrent du Sud vers le Nord et pendant l'été du Nord vers le Sud (1). D'après M. Lesson, en février, mars, avril et mai, ils se tiennent à la mer, et, dans les autres mois, ils vont alternativement à terre ou vivent dans l'eau. L'espèce semble confinée entre le 35me et le 55me degré de latitude Sud. Avant la grande destruction (2) qu'on en a faite, on rencontrait les Eléphants marins à la terre de Kerguelen ou de Désolation, à la Nouvelle-Georgie, à la Terre des Etats, aux îles Malouines (moins communément qu'ailleurs), à Juan-Fernandez, sur quelques îlots du détroit de Bass à l'exclusion de certains autres. Péron dit qu'ils n'existaient pas sur les côtes de la Nouvelle-Hollande et de la Terre de Van Diemen, mais cette assertion est-elle bien démontrée? Il y a quarante-cinq

(1) Péron, *Voy. aux Terres australes.* — Péron les vit arriver en foule à l'île King, à l'entrée du détroit de Bass, du côté de l'Ouest, au milieu de juin.

(2) Péron, *Voy. aux Terres Australes.*

ans (1) des milliers de ces animaux se tenaient sous le vent des îles Campbell et Macquarie : en 1848, le baleinier français l'*Orion* n'en trouva que *deux* sur cette dernière (2). Ils recherchent les baies paisibles, les grèves de sable ou de petits galets où les lits de goëmon rejeté par les vagues leur fournissent des places convenables pour se reposer. Il est rare d'en rencontrer sur les côtes où la mer est agitée ; cependant, cela se voit quelquefois, comme à l'île du Prince-Edouard, par exempl.

Au moment où les Eléphants arrivent de la mer, ils sont très-gras ; le lard des grands mâles épais de 0m 25 rend jusqu'à trois barils d'huile, mais au bout de peu de temps, ils maigrissent et la quantité d'huile diminue de moitié. Les petits naissent en juillet et en août ; il y en a quelquefois deux à la fois, jamais plus. Excepté pendant le temps du rut, époque à laquelle les mâles se livrent de rudes combats, les Eléphants de mer sont des animaux d'un naturel doux, indolent, impassible. Un coup sur le nez avec une espèce de massue, suffit pour tuer les jeunes ; pour les adultes, il faut faire usage d'une lance avec laquelle on les frappe au cœur ou au palais, et souvent on les achève avec des armes à feu, au moment où ils ouvrent la gueule pour pousser un fort rugissement. On salait et on fumait la chair des petits ; la langue ainsi préparée est un morceau délicat, préférable, dit-on, à la langue de bœuf. La peau, épaisse de près de 0m 025, est impropre aux arts.

(1) Lesson, *Voy. de la Coquille, Zool.* T. I, p. 146.

(2) *Rapport du capitaine* Hache, *Nouvelles Annales de la marine*, 2me semestre 1851.

2° Grand Phoque des iles Saint-Paul et Amsterdam.

Phoca resima, Péron.

Macrorhin de l'île Saint-Paul, Jardin des Plantes ?

Sans trompe et sans crinière. Cette espèce n'est-elle pas la même que la précédente, vue à une autre époque de l'année, s'il est vrai, comme on le dit de celle-ci, que la trompe ne se montre que dans le temps des amours? D'après les naturalistes qui accompagnaient Lord Macartney en Chine, en 1793, les *Lions marins* (*Phoca leonina*) se rencontraient à l'île Saint-Paul en hiver.

Quoiqu'il en soit, les nombreux individus qui fréquentaient autrefois les îles Saint-Paul et Amsterdam, ont disparu. Il paraît qu'il y venait aussi des Phoques à fourrure et que la pèche des deux espèces rapportait de grands bénéfices. M. Tinot, dans la description qu'il fait de ces îlots (1), raconte qu'il n'y vit qu'un phoque très-maigre et blessé.

Nota. — On lit dans la « *Notice sur les îles Saint-Paul et Amsterdam*, » de MM. Zhishman et Scherzer (2), publiée dans les *Nouvelles Annales de la Marine*, 1863, 2me semestre, les remarques suivantes :

Page 148. « Le grand nombre de Phoques qui fréquentaient ces îles a donné lieu, dès le XVIIIe siècle, à des tentatives hardies. Les bâtiments déposaient sur l'une d'elles quelques pêcheurs qu'ils laissaient seuls pendant un an ou deux, et allaient ensuite approvisionner de peaux de Phoques les marchés de Canton. On peut se faire une idée des produits de cette pêche, lorsqu'on sait que cinq hommes pouvaient tuer, en un jour, un millier de

(1) *Nouvelles Annales de la Marine*, T. X, 2e semestre, 1853.

(2) *Voyage scientifique autour du monde de la frégate autrichienne* « Novara. »

ces animaux, et même les dépouiller et étaler leurs peaux pour les faire sécher et que chacune de ces peaux se vendait en Chine de 1 à 3 dollars. Dans les endroits où cette préparation avait lieu, les carcasses des Phoques étaient si nombreuses que l'on n'y marchait qu'avec peine et que les alentours étaient infectés par une odeur insupportable : c'est ce que rapporte l'historien de l'expédition qui conduisait en Chine l'ambassade de Lord Macartney.» (en 1793).

Page 149. — « Ils (les visiteurs) ne doivent plus s'attendre à rencontrer cette quantité de Phoques (*Phoca ursina*, L.) qui se rendaient chaque jour au rivage par centaines, à la fin du siècle dernier, pour se réchauffer au soleil. Ces animaux aujourd'hui ont tout-à-fait disparu, et c'est un accident bien rare lorsque les habitants actuels de l'île en aperçoivent et en surprennent quelques-uns. Il ne reste plus aucune trace de ces nombreuses carcasses au milieu desquelles on était obligé de marcher comme sur un champ d'ossements, pour parcourir les bords du cratère. Personne ne se douterait aujourd'hui que des centaines de mille de ces animaux ont jadis trouvé la mort sur cette île. » (Saint-Paul).

Page 158. — « Les veaux marins sont beaucoup plus nombreux en été qu'en hiver. Pendant la saison chaude, ils se rencontrent par troupeaux de 800 à 1000 individus à la fois (1).

.... Le phoque de ces îles est le *Phoca ursina*, L. (2). La femelle pèse de 70 à 200 livres et a de 3 à 5 pieds de

(1) Le lecteur voudra bien se rappeler qu'il s'agit ici des observations faites par l'expédition de Lord Macartney (Note du rédacteur des *N. ann. Mar.*).

(2) *Phoca ursina*, Font., Less.; *Otaria ursina*, Desmar.

longueur, le mâle est beaucoup plus grand. La plupart des Phoques qui se rendent à terre, sont des femelles: sur trente, il ne se trouve ordinairement qu'un seul mâle. Ils se réchauffent sur le bord du bassin, et l'on trouve souvent dans leur société le *Camarade* (1). Pendant l'hiver on voit de nombreuses troupes de *Lions marins (Phoca leonina)*, d'environ 18 pieds de long, qui grimpent sur la digue et poussent des cris effrayants. Leur voix, ainsi que le mugissement sourd et triste des veaux marins, s'entend même de l'ancrage des vaisseaux, c'est-à-dire à un mille de distance. »

PHOQUES A CRIN.

Hair seals des Anglais et des Américains.

Appartiennent, en général, à la division des Otaries. Leur pelage est le plus souvent ras, couché : à la différence des Phoques à fourrure, il n'y a pas de feutre à la base des poils. Leur museau est aussi moins pointu. Ils se tiennent volontiers (2) sur les grèves sablonneuses et parfois dans les broussailles, assez loin du rivage. Très-communs autrefois aux îles Campbell et Macquarie, détruits aujourd'hui. Les femelles mettent bas en novembre et en décembre. Moins sauvages que les Phoques à fourrure, se laissant approcher davantage par les chasseurs qui les tuaient d'un coup de bâton sur le nez ; assez agiles sur un terrain uni.

Les principales espèces les mieux établies sont les suivantes :

1° *Stenorhynchus leptonix*, Fréd. Cuv. ;

(1) *Camarade* est le nom donné par les pêcheurs français au *Pingouin à moustaches* (*Eudyptes chrysocoma*), à cause de son naturel peu farouche, de sa familiarité.

(2) Voyage de la *Coquille*, Zool. T. 1, p. 140 et suiv. R. P. Less.

Phoca leptonyx, Blainv.;

Phoca Homei, Less.

Fig. dans l'Atl. du voy. au Pôle Sud et dans l'Océanie, Mamm. pl. 9.

Port élancé, la tête petite. Absence d'oreilles externes. Teinte générale grise, avec des taches blanches. Très-petits ongles aux pieds. Terres Australes au S.-E. du Cap Horn.

2° *Lobodon carcinophaga*, Gray. Voy. *Erebus* et *Terror*.

Fig. dans l'Atl. du Voy. au Pôle Sud et dans l'Océanie Mamm. pl. 10.

Phoca carcinophaga, Hombr. et Jacq. id. — *Stenorhynchus serridens*, Owen.

Pas d'oreilles externes. Formes assez élancées. Brun-jaunâtre avec des moirures plus claires. — Terre de Sandwich, îles Powels.

3° *Otaria molossina*, R.-P. Less. Voy. de la *Coquille*, Atl. zool. pl. 3.

Platyrhynchus molossinus, Less.

Loup marin, Pagès, Voy. autour du monde.

Lion de mer (1re espèce), Pernetty, Voy. aux îles Malouines.

Se rapproche beaucoup de l'*Otarie à crinière*; en diffère par le manque absolu de poils allongés sur le cou. Pelage uniformément ras, comme collé sur la peau et d'une seule sorte. Animal élancé dans ses formes, bien proportionné; tête petite, arrondie, comme tronquée en avant, représentant assez exactement le museau d'un chien dogue. Le nez divisé au centre par une rainure; la lèvre supérieure débordant sur l'inférieure; les deux lèvres garnies sur leurs rebords de poils courts et serrés. Moustaches disposées sur 4 à 6 rangs. Les oreilles très-

petites, épaisses, pointues et roulées sur elles-mêmes. Tout le corps couvert d'un poil ras, couché, long de 0^{m} 003 tout au plus, serré et lustré, couvrant également les membres et les phalanges jusqu'aux ongles. Couleur roux-brun. 36 dents ainsi réparties : Incisives 4/4, Canines 2/2, 1/1, Molaires 6/6, 5/5. (Voir, pour la description complète, Less. Zool. de la *Coquille*, T. I, p. 140 et suivantes).

Iles Malouines; Terre des États, détroit de Le Maire, détroit de Magellan, Patagonie.

4° *Otarie de Guérin*. Quoy et Gaimard, voy. de l'*Uranie*, Zool. pl. 11.

Otaria Uraniæ, Quoy et Gaim.

Iles Malouines; diffère peu de l'espèce précédente. (Boitard, art. *Phoque*, Dict. d'Hist. Nat. de Ch. d'Orbigny).

5° *Otaria Jubata*, Forst., Buffon, Schreb., Gray, Desmar.

Otaria leonina, Péron, Fr. Cuv.

Phoca leonina, Blainv.

Phoca leonina, Molina, Hist. Nat. du Chili.

Otaria platyrhynchus, J. Müller.

Otaria Pernetti, Hamilton.

Otaria Ulloæ, Tshudi (la femelle), Peters.

Lion marin (1re espèce), Fanning, Voy. round the World, p. 352.

Thapel lame (*Lame* à crinière), des aborigènes du Chili.

Lion de mer (2e espèce), Pernetty, Voy. aux îles Malouines.

Terres australes. Remontent le long des deux côtes de l'Amérique méridionale. Leurs débris entrent pour une proportion considérable dans la production du guano

des îles Chinchas, au Pérou. On les rencontre de l'autre côté du continent Américain, sur les rivages de la République Argentine (Bürmeister). Ils étaient très-nombreux autrefois aux îles Campbell et Macquarie (1).

La crinière que portent les mâles, distingue tout d'abord ces animaux des autres Phoques. La couleur de leur pelage est brun-jaunâtre, avec les membres plus foncés chez les mâles, tirant sur l'orangé chez les femelles. Il n'y a pas de feutre à la base des poils (2).

6° *Otaria Wedelli*, R.-P. Less. Zool. de la *Coquille*, T. I. p. 149. — Lesson, Bulletin des Sc. Nat. et de Géologie, T. VII, p. 437, 1826.

Phoca longicollis, Shaw.

(1) Dans l'hémisphère Nord, on retrouve une espèce qui s'en rapproche extrêmement : *Phoca Californica*, Less.; Kamstchatka, îles Kouriles, Californie.

La description des *Lions marins* des îles Auckland, donnée par M. Raynal dans son émouvant récit (*Les Naufragés, ou Vingt mois sur un récif des îles Auckland*, Paris 1870), répond tout-à-fait à la description de l'*Otaria jubata*, Forster. — M. Raynal, dans l'édition illustrée de ses aventures, en donne une très-bonne figure.

Il semblerait que c'est la seule espèce qui se trouve aux îles Auckland, du moins il n'en signale pas d'autres. Les mâles arrivent dans les baies aux premiers jours de novembre et y demeurent jusqu'à la fin de février. Ils sont très-gras au moment de l'arrivée, mais ils ne tardent pas à maigrir. Les femelles arrivent en même temps que les mâles, elles ne quittent les baies qu'en juin. Les petits (un seul) naissent en décembre. En juin, ils partent avec les mères et vont rejoindre les mâles sur les côtes extérieures de l'île, et en novembre, tous, jeunes, mâles et femelles, reviennent s'installer dans les baies, comme l'année précédente. (Raynal).

(2) Voir pour la description complète : Boitard, art. *Phoque*, Dict. d'Hist. Nat. de Charles d'Orbigny, Fanning, etc.

Stenorhynchus Wedellii, Less.

Léopard de mer, *Sea Leopard*, Fanning, *Voyages*, p. 350.

Selon Fanning, presque aussi gros que l'Eléphant marin. Pelage court, lustré, ras, gris pâle ou ardoisé, parsemé en-dessus d'un très-grand nombre de taches blanchâtres, arrondies, jaunâtres en dessous. Le lard est épais comme celui des Eléphants; leur peau est plus mince et plus flexible. D'après le même auteur, on ne rencontre pas ces animaux au-dessous de 50° de latitude : ils sont rares à la Terre des Etats, aux Iles Malouines, à la Nouvelle-Zélande, à la Terre de Kerguelen et à la Nouvelle-Georgie. Ils sont (ou mieux étaient) beaucoup plus nombreux au Nouveau Shetland, mais surtout à la Terre de Palmer (1).

7° *Otaria australis*, Quoy et Gaimard, Voy. de l'*Astrolabe*, Zool. T. I. p. 95; figuré Atl. pl. 14 et 15 (femelle).

Port du Roi-Georges (N.-Hollande). Grise en dessus, fauve en dessous. Le cou épais, les membres noirâtres en

(1) Cette espèce n'est-elle pas douteuse? M. Lesson l'a établie et décrite sur un dessin peu correct du capitaine Weddell (*Voyages towards the South Pole*, 1825), dans le *Bulletin des Sciences Naturelles et de Géologie*. Il en fait une Otarie parce qu'il est probable, dit-il, que sur le dessin « on aura oublié les très-petites oreilles externes. » D'un autre côté, il avance que ce Phoque se rapporterait au genre *Stenorhynque* de F. Cuvier, mais que la forme des dents l'éloigne du *Phoque leptonyx* de Sir Home. Cependant la diagnose qu'il donne dans le recueil cité : « *Otaria Wedellii collo extenso nec non gracili, capite* » *parvo* ; *corpore elongato latoque, suprà subgriseo, maculis* » *numerosissimis et niveis notato, infrà subflavo* », se rapporte assez bien au *Phoque leptonyx* tel qu'il est figuré sans oreilles externes, dans l'Atl. du Voy. au Pôle Sud, Dumont d'Urville, Mamm. pl. 9. Quoi qu'en dise M. Lesson, il n'est pas du tout démontré que c'est une Otarie.

dessous. Longueur : 1m 60 (Voir la description dans Zool. *Astrolabe*).

PHOQUES A FOURRURE.

Fur seals des Anglais et des Américains.

Appartiennent également à la division des Otaries. On rencontre les différentes espèces presque constamment dans les hautes latitudes. Selon M. Lesson, ces Phoques remontent cependant le long des côtes d'Amérique jusqu'aux îles Juan-Fernandez et Masafuera et aux Gallapagos: mais les îles du Cap-Horn, les côtes de la Patagonie, et celles de la Nouvelle-Zélande sont leur véritable patrie. Ce qui les distingue, ce sont deux sortes de poils : une fourrure de la douceur de celle de la Loutre, puis des poils longs et raides qu'on arrache aisément en chauffant la peau. Fanning (Voyages, p. 255) en distingue trois catégories commerciales : 1° les *Wigs*, qui ont de longs poils rudes et grossiers, avec une fourrure peu épaisse, et qu'on rencontre ordinairement dans les basses latitudes, sur les côtes d'Afrique et au Pérou. — 2° Les *Middlings*, dont les poils sont moins longs que chez les premiers, mais dont la fourrure est beaucoup plus épaisse, plus fine, de couleur rougeâtre. On les chassait aux îles Malouines, sur les îles du Cap-Horn, à la Nouvelle-Hollande, à la Nouvelle-Zélande, sur les côtes de la Patagonie et du Chili. C'étaient des animaux très-sauvages. 3° Ceux de la dernière catégorie sont de beaucoup plus petite taille que les autres, beaucoup moins farouches, ayant le museau moins proéminent, les poils plus doux et plus courts : le deuxième pelage, qui constitue la fourrure, est long et brillant. On les rencontrait au Nouveau-Shetland, à la côte occidentale de la Terre de Feu, à la Nouvelle-Georgie, à l'île du Prince-Edouard et aux îles

Crozet. Selon le même auteur, qui trouve avec raison le fait très-extraordinaire, des individus des trois catégories auraient été pris aux îles Gallapagos, sous l'équateur. Cette division, toute commerciale, est bien vague, bien obscure; peut-être n'est-elle basée que sur des différences d'age et de sexe? Ce qu'on peut dire, c'est que les Phoques à fourrure se tiennent sur les rochers, là où les lames brisent avec le plus de force, et qu'on ne les trouve pas sur les plages de sables. Quelques-uns, aux îles Campbell et Macquarie, se tenaient en grand nombre sur des éminences isolées, assez loin du rivage, d'où le nom de *upland seals* (phoques du haut de la terre). Les Phoques à fourrure fréquentent la terre en mai, juin, juillet et une partie d'août. Ils y reviennent une seconde fois en novembre, décembre et janvier, époque à laquelle les femelles mettent bas. De même que les autres Phoques, ils se nourrissent de poissons et de Céphalopodes : ils ont aussi l'usage, pour aller à la mer, de se lester quelquefois avec des cailloux qu'ils vomissent sur la côte, etc. Je renvoie pour tous ces détails aux auteurs que j'ai déjà tant de fois cités : on y trouvera aussi la description des espèces que je vais essayer d'indiquer :

1° Ours de mer.

Phoca ursina, Forst., Less.
Arctocephalus lobatus, Gray ?
Otaria ursina, Desmar.
Urigne, Molina.

Cap Horn, cap de Bonne-Espérance, îles Saint-Paul et Amsterdam, Terre de Van-Diemen. Deux pelages bien distincts.

Une espèce du Nord du Pacifique, *Phoca ursina*, L. (*Ursus marinus*, Steller), qu'on rencontre aux Kamstchatka et aux îles Aléoutes, ressemble beaucoup à celle

de l'hémisphère austral : pour Forster, les deux espèces n'en formeraient qu'une seule ayant subi quelques variations, par suite de la différence des climats.

2° *Phoque Urigne*, Molina.

Phoca lupina, Molina.

Platyrhynchus flavescens, Pœppig.

Ile Chiloë. N'est-ce pas la même espèce que la précédente ?

3° *Otaria cinerea*, Péron.— Quoy et Gaimard (mâle), Voy. de l'*Astrolabe*, Zool., T. I, p. 89. Fig. atl. pl. 12, 13 et 15.

Longueur : 2^m,30. — Port Western, extrémité méridionale de la Nouvelle-Hollande, dans le détroit de Bass. Ile Macquarie (1).

Les jeunes individus de cette espèce sont tout noirs et ont le poil soyeux. Ne doit-on pas voir là le *Petit Phoque noir* de Buffon ? (*Phoca pusilla*, L. ; *Phoca parva*, Bodd. ; *Otarie de l'Ile Rottnest*, Péron ; *Otaria pusilla*, Less ; *O. Peronii* et *nigra*, Desmar. ; *O. de De la Lande*, F. Cuv. etc. ; long. de 0^m,60 à 1^m,30, aux oreilles pointues, de la N.-Hollande).

4° *Otaria Falklandica*, Shaw, Hamilton, Bürmeister, Peters.

Arctocephalus nigrescens, Gray. Voy. *Erebus et Terror*.

Arctocephalus Falklandicus, Gray.

Brun noir, avec les membres tout noirs. A la base des poils, une laine fine d'un brun-rouge. Iles Malouines, côte de Patagonie. (Bürmeister, *Anales del Museo publico de Buenos-Aires*, *Entrega quinta*, 1868).

(1) Cette île était si riche en Phoques (de quelles espèces ?) que le pêcheur qui la découvrit en 1811, y recueillit, en très-peu de temps, 80,000 peaux.

Faut-il considérer les espèces suivantes comme des espèces particulières, ou doivent-elles être rapportées à quelques-unes des précédentes?

O. de De la Lande, G. Cuv. Cap de Bonne-Espérance, 1^{m},25 de long.

O. Hanvillii, G. Cuv. — *Phoca porcina*, Molina, Chili. — *O. flavescens*, Desmar. Détroit de Magellan. — *O. coronata*, Blainv.

O. albicollis, Péron ; Nouvelle-Hollande.

O. Milberti, G. Cuv. 1^{m},25 de long. Mers australes, etc.

Fanning (Voyages, p. 443) donne une description très-sommaire d'un Phoque qu'il appelle *Tigre de mer*, rencontré à l'île Bird (Nouvelle-Georgie). Un individu dont le crâne et la peau furent rapportés aux Etats-Unis, mesurait 7 pieds anglais (2^{m},70) de longueur, mais l'équipage du même navire en tua un qui avait 5^{m},40 de long. Les dents sont au nombre de 32, dont 4 canines et 20 molaires; celles-ci présentent chacune trois pointes coniques, aigües, dont la plus longue est au milieu. Le pelage, composé de poils courts, épais et fins, est gris sur le dos, parsemé de taches noires, blanc sur le ventre : les membres sont courts et forts. Cet animal se meut dans l'eau avec une vitesse surprenante. Sa principale nourriture consiste en manchots qn'il attrappe à la nage. Il paraîtrait qu'il est d'un naturel très-agressif, que plusieurs fois les embarcations du navire furent poursuivies par des *Tigres de mer*. A quelle espèce doit-on rapporter ce phoque dont je n'ai pas trouvé mention dans les ouvrages des naturalistes que j'ai eus entre les mains ? N'est-ce pas *Stenorhynchus leptonix ?*

Du reste, tout ce qui précède fait voir combien la classification de ces animaux laisse à désirer. Je terminerai en disant avec M. Lesson (Voy. de la *Coquille*, Zool. T. I,

p. 148) : « de quelle importance il serait, pour l'avancement » de l'étude de ces animaux, qu'un deuxième Scoresby » voulût bien entreprendre leur histoire »,— mais, ajouterai-je, il faudrait se hâter tandis qu'il y en a quelques-uns encore, car bientôt les Phoques des Mers Australes n'offriront plus qu'un intérêt historique (1).

Nota. — Il me paraît à propos de placer ici quelques renseignements sur des phoques du Pacifique Nord, extraits textuellement d'un article (2) de M. J. C. Cooper, publié dans le IVe vol., 1re partie, des *Proceedings* de l'Académie des Sciences de Californie, S.-Francisco, 1866.

1° *Phoca Pealii*, Gill.— *Léopard de mer? Habitat* : toute la côte de Californie.

« Comme je n'ai trouvé le long de la côte qu'une seule » espèce du genre *Phoca*, bien connue sous le nom de

(1) Il paraît cependant que la pêche des Phoques à fourrure se fait encore aux environs du Cap de Bonne-Espérance, sur les îles à guano, telles que l'île aux Pingouins, Ichaboë, etc., etc.: c'est, du moins, ce qui ressort d'une correspondance du Cap, en date du 4 avril 1869, reproduite par le *Journal officiel* du 6 juillet.

L'huile de phoque se vend 700 ou 750 fr. la tonne. On calcule qu'un phoque fournit, en moyenne, 9 litres d'huile dans la bonne saison en janvier et février, et 4 litres 5 dans la mauvaise, c'est-à-dire en juillet et en août. Les peaux soumises à une préparation spéciale, se convertissent en une belle fourrure dont on fait usage surtout en Angleterre. Les poils les plus longs, c'est-à-dire les plus rudes, sont facilement enlevés ; on conserve, au contraire, le duvet parfaitement intact. Ces peaux sont plus fines, plus souples et garnies d'un poil plus soyeux que celles du Nord, surtout les peaux des jeunes animaux. On suppose que cette année (1869) la pêche rapportera pour environ 200,000 fr. de peaux.

(2) *Some recent additions to the Fauna of California by* J. C. Cooper, M. D.

» *Léopard de mer*, je suppose que c'est celle que désigne » (sans en donner la description) Gill, dans son *Prodrome* » publié dans les *Proceedings of the Essex Institute*, vol. » I, avril 1868. »

« Elle diffère complètement, sous le rapport de la » dentition, du *Léopard de mer* de la plupart des auteurs, » lequel est une espèce de *Stenorhynchus*, mais elle » semble s'en rapprocher beaucoup par les couleurs. »

2° *Halicyon Richardi*, Gray (Gill).— Phoque à fourrure ? *Habitat* : les îles Farallones (1), la Colombie anglaise, Alaska (2).

« Je n'ai jamais pu obtenir d'échantillon des îles Farallones, pour déterminer au juste les « Phoques à fourrure » qu'on tue de temps en temps sur ces îlots, et » savoir s'ils sont les mêmes que ceux qu'on chasse sur » la côte d'Alaska. La nature du pelage semblerait indiquer un genre distinct du genre *Phoca*. De plus, à » l'exception du *Morse* (*Rosmarus obesus*, Illiger), qui vit » près du cercle Polaire Arctique, l'ordre des Pinnipèdes » ne présente pas d'individus pareils dans les deux » Océans. »

3° *Macrorhinus angustirostris*, Gill. — Eléphant marin de Californie. « Ces monstrueux animaux abondaient, il » n'y a pas longtemps, à certaines époques sur les îles qui » bordent notre côte méridionale ; mais ils paraissent » avoir été exterminés ou s'être réfugiés dans la Basse-» Californie devant la poursuite à outrance des chasseurs » qui, probablement, détruiront l'espèce en peu d'années. » Cet animal atteint, dit-on, vingt pieds de longueur

(1) Ilots devant l'entrée de la baie de San-Francisco.

(2) Sous le nom d'Alaska, on comprend les territoires de l'Amérique Russe, acquis récemment par les Etats-Unis.

» sur une masse considérable comme le Morse. Je n'ai » pu me procurer qu'un crâne brisé, et je n'ai jamais vu » un seul individu de l'espèce, pendant une longue » résidence dans le Sud. Mon ami, le capitaine C. M. » Scammon, du Revenue-Service, prépare en ce moment » un travail détaillé sur l'Eléphant de mer et les balei» nes. » (1)

4° *Arctocephalus ursinus*, F. Cuv. Ours de mer, *Habitat*: Les côtes du territoire de Washington et le Nord. « Je mentionne cette espèce comme visitant probable» ment les îles Farallones en hiver. »

5° *Eumetopias Californianus*, Less. (Gill.). « Lion » marin du Nord (= *Otaria Monteriensis*, Gray, et peut» être *O. Stelleri*, Müller, suivant Gill.) »

6° *Zalophus Gillespiei*, Mac Bain (Gill.). « Lion marin » du Sud. — Y a-t-il plus d'une espèce de Lion marin » sur notre côte? C'est un point encore douteux, bien » que des naturalistes, n'ayant guère en leur possession » comme moyens d'étude que des crânes, aient, sur cette » base, établi quatre espèces et trois genres. J'ai été » incapable d'établir l'identité des individus provenant » des Farallones et des îles de Santa-Barbara avec aucune » de ces espèces-là, d'une manière qui me satisfît. La » différence entre les animaux des deux groupes d'îles » se montre principalement dans la taille (n'est-ce point

(1) Ce travail a paru dans le n° 1 (Janv., Fév., Mars et Avril 1869 des Proceedings de l'*Académie des sciences naturelles de Philadelphie*, p. 61). Il contient des détails sur ces animaux, leurs habitudes, leur pêche, etc. La taille moyenne des vieux mâles varie entre 14 et 15 pieds ; M. Scammon en a vu un qui mesurait 22 pieds. Les femelles n'ont guère que 10 pieds de longueur. Ces animaux sont, paraît-il, déjà presque tous exterminés sur les côtes de Californie.

» une affaire d'âge?); les deux sexes sont toujours
» tellement dissemblables qu'en se bornant à examiner
» des crânes d'individus différant par l'âge, on pourrait
» être aisément induit en erreur. On dirait que, suivant
» le lieu où les individus naissent, ils présentent les
» caractères d'une variété locale, et que les femelles ne
» se rendent jamais, pour faire leurs petits, que dans
» l'endroit où elles sont nées elles-mêmes. »

« Les Russes exploitaient annuellement 200,000 peaux de Phoques qu'ils achetaient sur place 10 cents (0 fr. 53) pièce, et qu'ils revendaient en Europe 5 dollars (26 f. 75) : elles se payent maintenant jusqu'à 27 cents. M. Ch. Bryant estime à 1,500,000 le nombre de ces animaux qui se trouvent actuellement sur les îlots de la mer de Behring. » *Moniteur de la Flotte* du 30 déc. 1869. (Compte-rendu d'un rapport lu, au mois de nov. 1869, à la Chambre de commerce de Boston, par le capitaine Ch. Bryant).

TRIPANG

On donne, dans le commerce, le nom de *Tripang* et de *Biche de mer*, à un produit que ses propriétés aphrodisiaques, vraies ou supposées, ont placé de tout temps en grande estime chez les peuples polygames de l'Extrême-Orient, et qui n'est autre chose qu'une *Holothurie* préparée d'une certaine manière. *Tripang* est le nom malais de l'espèce type, *Holothuria edulis*, Less. (1), que les Portugais, les plus anciens colons Européens de l'archipel

(1) *Holothuria* (*Phallusia*) *edulis*, Less. Cent. Zool. pl. XLVI, fig. 2.— Voy. de la *Coquille*, Zool.

« Cylindrique, arrondie, mince et longue d'environ 8 pouces.

Indien, appelèrent *Bicho d'o mar* (1), d'où les Français ont fait, par corruption, *Biche de mer,* et les Anglais *Beach la mar*.

« Célèbre depuis longtemps dans le commerce de « l'Inde, sous le nom de Tripang que lui ont conservé » les malais, dit M. Lesson (2), l'*Holothuria edulis* est » l'objet d'un commerce immense de toutes les îles » indiennes de la Malaisie avec la Chine, le Cambodje et » la Cochinchine. Des milliers de jonques malaises sont » armées chaque année pour la pêche de ce zoophyte et » des navires anglais et américains se livrent eux-mêmes » à la vente de cette denrée, généralement estimée chez » tous les peuples polygames qui lui accordent les pro- » priétés aphrodisiaques les plus énergiques et les plus » efficaces (3). Souvent nous avons mangé de ce zoophyte » préparé de plusieurs manières et toujours nous ne lui » avons trouvé aucun goût particulier, il est vrai masqué » qu'il était par l'énorme dose d'épices ou d'aromates » dont est surchargée la cuisine de ce peuple. Les Tri- » pangs, ou les *Suala* des habitants de Sumatra, se ven- » dent 45 dollars le picul (autrement dit 240 fr. les 62 » kil. 50) et forment une des branches les plus considé-

La surface du corps est légèrement rugueuse et onduleuse, consistante et recouverte en dessous de papilles courtes, épar- ses, rangées sans symétrie. La partie supérieure du corps est d'un noir fuligineux intense, tandis que la partie inférieure et les côtés sont d'un rose agréable, moucheté de points noirs. La bouche est arrondie, entourée de 6 à 8 paquets de tentacules arrondis, floconneux. Excessivement commune sur les bancs de coraux de peu de profondeur, dans les Moluques, au nord de la Nouvelle-Hollande, aux îles Carolines, aux Philippines.»

(1) *Bicho* ver, *d'o mar* de la mer.

(2) Centurie zoologique.

(3) Voir plus loin, *Note*, A.

» rables du commerce de cabotage entre Bornéo, Suma-
» tra, les Moluques, les Terres Papoues de la Malaisie et
» la Chine. »

Dumont d'Urville, dans le Tome VI du *Voyage au Pôle sud et dans l'Océanie,* p. 53 et 251, décrit la pêche du Tripang que faisaient, en mars 1839, dans la baie Raffles (partie Nord de la Nouvelle-Hollande) des bateaux nombreux, montés par des Bouguis, nation essentiellement maritime de la Malaisie, en possession de cette industrie depuis des siècles.

Le genre Holothurie est représenté dans toutes les mers, mais les espèces sont beaucoup plus nombreuses, et les individus également, dans les pays chauds, là surtout où se trouvent des récifs madréporiques, que dans les régions froides. Tout le monde connaît ces Zoophytes vermiformes, pourvus de suçoirs tentaculiformes, extensibles et rétractiles, et se terminant à chaque extrémité par deux grands orifices, la bouche et l'anus. Ils sont en partie pleins d'eau, de sorte que les viscères flottent dans ce liquide. Leur nourriture consiste en animalcules qu'ils se procurent au moyen des tentacules qui environnent leur bouche. Quelquefois de petits poissons y sont entraînés. MM. Quoy et Gaimard (1) parlent d'une Holothurie dans la cavité intérieure de laquelle une espèce de Fierasfer vivait en parasite. Pour ma part, j'ai trouvé trois poissons du même genre, longs de 0^m08 à 0^m10, parfaitement vivants dans une grosse Holothurie ramassée à Kanala, côte orientale de la Nouvelle-Calédonie. « Ce petit poisson, très-allongé, disent les deux natura-
» listes cités, ne saurait, par sa grosseur, loger dans l'es-
» tomac. Comme de sa nature, il n'y voit que fort peu et

(1) Voy. de l'*Astrolabe*, Zool.

» fuit la lumière, lorsqu'il donne au milieu des tentacules » épanouies de ces Holothuries, il s'introduit par la bou- » che, rompt l'œsophage, et demeure entre les viscères et » l'enveloppe intérieure, probablement au milieu de l'eau » qui a dû s'introduire avec lui et que les spiracules y » apportent. » — La succion entraîne aussi presque toujours dans l'intérieur des Holothuries, du sable, des particules fines de madrépores et de petites coquilles.

Les gains considérables, faits sur la vente du Tripang en Chine, engagèrent de bonne heure les Européens à prendre part à la pêche des Holothuries et à leur préparation. Des navires furent armés pour cet objet spécial. Le journal d'un navigateur américain, auquel on a reproché une imagination peut-être un peu vive, Benjamin Morrell, raconte longuement les aventures de son navire l'*Antarctic* de 1828 à 1830, son séjour aux îles Massacre (1), ses combats avec les habitants, avec des détails circonstanciés sur la *Biche de mer*, sa préparation, etc.

Très-peu de temps après que les îles de l'Océanie eurent commencé à être fréquentées par les Européens, l'aspect enchanteur de la plupart d'entre elles, la beauté du climat, l'attrait d'une vie facile, la satisfaction de passions brutales sans frein et sans contrainte, exercèrent une fascination invincible sur un grand nombre d'hommes grossiers. Les désertions se multiplièrent sur les navires, et toutes les îles eurent leurs Européens qui, pour la plupart, n'apportèrent aux sauvages que les vices de la civilisation. Dans toute la Polynésie, j'ai pu me donner plus d'une fois le spectacle de l'homme civilisé retourné à la sauvagerie, et j'ai vu rarement un spectacle plus triste.

(1) Les îles Massacre sont probablement les mêmes que les îles Carteret, dans la partie S.-O. du Pacifique.

Sur certaines îles où les Holothuries abondaient, quelques-uns de ces déserteurs se mirent à préparer du Tripang qu'ils vendaient aux navires de passage. Ce fut même une industrie assez suivie pour que le nom de *Biche de mer* devînt le synonyme de déserteur et de vagabond. Cependant quelques individus, plus soigneux que les autres, réussirent, par ce moyen, à se procurer un certain bien-être : ce fut là le commencement de quelques établissements permanents qui ont été pour leurs fondateurs une source de fortune, les localités permettant, le plus souvent, de joindre au commerce du Tripang celui du Sandal, de l'écaille de Tortue et de la Nacre. L'archipel des Nouvelles-Hébrides, les récifs de la Nouvelle-Calédonie, longtemps avant notre occupation, étaient exploités par un négociant Anglais (1) qui y avait fait de belles affaires. Pendant les trois années que j'ai passées à la Nouvelle Calédonie (1860-1863), la *Biche de mer* était la principale branche du commerce de la colonie naissante, et comptait pour 100,000 fr. dans ses exportations. Elle était recueillie par quelques individus répandus sur les côtes de l'île, qui envoyaient les produits de leur pêche au chef-lieu. J'ai entendu dire à des personnes très-compétentes que, dans l'intérieur des grands récifs qui s'étendent jusqu'à 60 lieues dans le Nord de la Nouvelle-Calédonie, il y avait des Holothuries de qualité supérieure, en assez grande quantité pour suffire à une exploitation en grand pendant plusieurs années.

Morrell, dans la relation de l'*Antarctic*, parle (mais en s'excusant par des motifs de spéculation de ne pas en donner la situation précise) d'îles où abondent la *Biche de mer*, la Tortue à écaille, et l'Huître perlière : ce sont très-

(1) M. James Paddon, mort à Nouméa (N.-Calédonie) en 1861.

probablement les groupes des Anachorètes et de l'Amirauté. Toutes ces terres, sur lesquelles on a encore si peu de notions, qui avoisinent le détroit de Torrès, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Bretagne, Nouvelle-Zélande, Louisiane, etc., sont visitées aujourd'hui par des troqueurs, des caboteurs des ports de l'Australie qui, pas plus que Morrell, ne donnent dessus des renseignements précis, pour éviter la concurrence, mais sont expédiés de leurs ports d'armement avec la destination vague de *South-Sea Islands*, les îles de la mer du Sud. Il faut que ces sortes d'entreprises rapportent encore des profits suffisants, sans quoi on ne continuerait pas à s'y livrer.

MM. Quoy et Gaimard (Zool. du Voy. de l'*Astrolabe*, T. IV, p. 108 et suivantes) décrivent un certain nombre d'Holothuries et de Fistulaires (genre très-voisin) de ces parages, parmi lesquelles se retrouvent celles qui figurent préparées dans le commerce.

Holothuria ananas, Quoy et Gaimard, N.-Irlande.
Holothuria flamméa, Q. et G. Vanikoro, rare.
H. spinosa ou *cucumifera*, Q. et G. Sydney.
H. lutea, Q. et G. Iles Tonga.
H. tuberculosa, Q. et G. Iles Tonga.
H. fasciola, Q. et G. N.-Irlande.
H. albifasciata, Q. et G. Iles Tonga.
Fistularia Doreyana, Q. et G. Port Dorei, N.-Guinée.
Fistularia fusca, Q. et G. N.-Irlande (1).

(1) MM. Lesson et Garnot (Partie zoologique du voy. de la *Coquille*) signalent plusieurs espèces dont quelques-unes font peut-être double emploi avec celles-ci, ce sont :

Holothuria (*Phallusia*) *quadrangularis*, Less. Cent. zool., pl. XXXI, fig. 1. Papouasie.

Holothuria (*Phallusia*) *timama*, Less. Cent. zool. pl. XLIII, Papouasie.

A la Nouvelle-Calédonie, j'ai remarqué au moins quatre espèces différentes :

1° Une espèce courte, épaisse et charnue, de forme presque parallélipipédique, de couleur jaunâtre avec des tubercules bruns. Elle fournit la première qualité du Tripang néo-calédonien. Il me semble qu'on ne la trouve qu'à une plus grande profondeur que les autres.

2° Couleur noir-violet; très-commune dans les récifs.

3° Grise.

4° Noire en dessus, rose en dessous. Plus rare que les autres.

Toutes les espèces ne donnent pas indifféremment des produits de même valeur : ainsi un essai, par un négociant de Tahiti, dans les îles Paumotou où les Holothuries sont en grand nombre, ne produisit qu'un désastre financier parce que l'espèce n'avait pas de valeur marchande en Chine. On en compte jusqu'à 6 estimées dans le commerce (1) : 1° couleur rouge-brun; 2° noire, longue de 2 à 9 pouces; 3° grande espèce gris-foncé; 4° brun-sombre; 5° blanc sale avec des tubercules sur les côtés ; 6° rouge, épineuse. D'autres espèces, aussi très-communes, ne sont pas exploitées; l'une d'elles est mince, unie, et laisse sur les doigs une teinte rouge.

Aux îles Viti (Fidgi), la Biche de mer se trouve en grande quantité, surtout au milieu des récifs composés de sable et de corail. On a remarqué que ces zoophytes sont

Holothuria (*Phallusia*) *edulis*, Less. Cent. zool. pl. XLVI, fig. 2.

Holothuria (*Phallusia*) *Peruviana*, Less. Cent. zool. pl. XLVI, fig. 1.

Holothuria monocaria, Less. Cent. zool. pl. LXXVIII (*Holothurie impudique*). Iles de la Société.

(1) Wilkes, *U. S. Exploring Expedition*, Vol. III, p. 218-223.

rares sur le côté sud des îles, et que les pêcheries les plus lucratives sont sur le côté Nord, principalement à Vanua-Lebou, entre Anganga et Druau. Sur certains points les Holothuries se reproduisent très-rapidement; les stations se repeuplent, tandis que sur d'autres on n'en trouve plus une seule, bien qu'on n'y pêche plus depuis dix ans.

Il faut avoir bien soin, lorsqu'on les retire de l'eau, de ne pas les laisser au soleil qui les sèche et les racornit en peu d'instants. La préparation qu'on leur fait subir à la Nouvelle-Calédonie (1) est assez simple. On les fait cuire pendant vingt minutes dans leur eau, après quoi, afin d'expulser l'eau qu'elles renferment, on pratique une incision longitudinale de la bouche à l'anus. Pour les petites on se contente d'une torsion entre les deux mains. On procède ensuite à la dessiccation qui s'opère sous un hangar où sont disposés trois étages de claies sur lesquelles on place les Tripangs. Un bon feu est allumé au-dessous des claies de manière à enfumer la Biche de mer et à la maintenir bien sèche. Comme elle est très-hygrométrique, il est indispensable de conserver le feu allumé jusqu'au moment de l'expédition. L'altération du Tripang est très-prompte et se communique facilement à toute une cargaison. Il est donc essentiel qu'il soit bien desséché.

Ce produit qui ressemble à un boyau séché à la fumée, entre dans une foule de plats des Chinois qui le payent très-cher. Ainsi la première qualité, qui est estimée, à la Nouvelle-Calédonie, 30 livres sterling, autrement 750 fr. la tonne (1000 kil.) est payée, en Chine, jusqu'à 2,500 fr.

La Biche de mer est désignée et cotée à Nouméa (chef-lieu de la Nouvelle-Calédonie) ainsi qu'il suit, selon les diverses qualités :

(1) *Moniteur de la Nouvelle-Calédonie*, 2 février 1862.

1° *Brown with teats*, brune tachetée et tuberculeuse..............	750 f. la tonne.
2° *Large black*, grande noire.......	625
3° *Small black*, petite noire........	500
4° *Red bellies*, ventres rouges......	375
5° *White*, blanche................	300

D'après les documents officiels, la colonie en a exporté 15 tonnes à Sidney, en 1866. C'est un bien faible chiffre, mais j'ai dit plus haut qu'il y a peut-être des chances de succès dans l'exploitation des grands récifs du Nord. Ce serait facile à vérifier aujourd'hui que les notions sur le pays sont beaucoup plus complètes qu'à l'époque où j'y étais. En tout cas, je ne doute pas que de petits navires armés et ravitaillés à Nouméa, ne trouvassent des champs d'exploitation profitables dans les terres voisines du détroit de Torrès.

Note A. — Péron s'exprime ainsi au sujet des propriétés aphrodisiaques des Holothuries (T. 2, *Voyage aux terres Australes*, p. 250).

« D'après les renseignements que nous nous sommes » procurés à Timor, auprès de quelques Chinois éclairés, » il paraîtrait que la forme des *tripans*, qui leur a mérité, » en diverses contrées, le nom de *Priapus marinus*, » ainsi que leurs grandes dimensions, sont la source » principale des rares vertus qu'on leur prête; mais, si » c'est un préjugé ridicule, il s'en faut beaucoup qu'on » doive porter le même jugement du fait lui-même, c'est- » à-dire de la vigueur nouvelle qu'une pareille nourri- » ture est capable de rendre à l'homme. En effet, toutes » les parties de ce zoophyte singulier se trouvent enve- » loppées d'une espèce de sac épais et membraneux que » l'on peut, par une forte cuisson, résoudre en une » gelée très-épaisse, très-substantielle, et dès lors très-

» corroborative, et, si l'on fait attention qu'il en est de
» même des ailerons de requin, des nids gélatineux, des
» pieds de cerf, etc., on conviendra sans doute que cette
» classe d'aphrodisiaques est préférable à la première, et
» que, si le principe sur lequel se fonde l'usage est
» absurde, l'effet est sûr et même très-puissant. A la
» vérité, plusieurs substances indigènes, les pieds de
» veau par exemple, pourraient offrir les mêmes pro-
» priétés ; mais, à la Chine ainsi qu'en Europe, les pré-
» jugés se trouvent favorables à tout ce qui porte avec soi
» le caractère d'une production exotique et de la rareté.
» Servis exclusivement sur la table des riches et des
» grands de l'Empire, ces nids, ces ailerons, ces pieds
» de cerf et ces tripans, s'y présentent à la fois comme
» une source de vigueur nouvelle, et comme un témoi-
» gnage éclatant de la fortune et de la puissance de
» l'homme qui en fait usage. »

L'expédition du *Géographe* et du *Naturaliste* rencontra à la terre de Witt (partie N.-O. de la Nouvelle-Hollande) une flotte de *praos* malais occupés à la pêche des tripangs, et de vastes écueils du voisinage reçurent du capitaine Baudin le nom de *Banc des Holothuries*, à cause du grand nombre de ces zoophytes qu'on y trouva.

ÉCAILLE DE TORTUE

L'écaille de Tortue représente un certain apport dans le nombre des matières premières fournies par quelques-unes des îles du Grand-Océan, situées en dedans des tropiques. Ce sont les archipels jetés au N.-E. de l'Australie, la Nouvelle-Guinée, la Nouvelle-Irlande, les îles Salomon, etc., qui en produisent le plus aujourd'hui. Ces terres, encore si peu connues, sont visitées par de petits

bâtiments partis des colonies anglaises qui troquent, contre des marchandises européennes, l'écaille recueillie à l'avance, soit par les naturels, soit par des aventuriers qui se sont établis dans ces contrées sauvages.

La véritable écaille, celle qui a la plus grande valeur commerciale, provient du *Caret* ou *Testudo* (*Chelonia*) *imbricata*, L., nommé *Hawk's beak* (bec d'épervier) par les Anglais, à cause de la forme de son museau, et très-reconnaissable des autres Tortues de mer par les écailles de sa carapace qui se recouvrent comme les ardoises d'un toît. Chaque individu fournit ordinairement depuis 1 k. 500 à 2 k d'écaille, quelquefois de 3 à 4 k, mais rarement.

Jusqu'à présent, on n'a reconnu qu'une seule espèce de Caret qui habiterait à la fois les côtes tropicales de l'Amérique, baignées par l'océan Atlantique, la mer des Indes, Madagascar, l'île Bourbon, les Séchelles, les Moluques, la Nouvelle-Guinée et les archipels voisins. Nous l'avons vue plusieurs fois à la Nouvelle-Calédonie. Selon Dampier, on ne trouve pas cette espèce dans le Grand-Océan, entre l'Amérique et l'Asie. Aux îles Marquises, où j'ai longtemps séjourné, je n'ai jamais rencontré l'animal vivant, mais j'ai vu, entre les mains des naturels, quelques ornements dont la matière était l'écaille : le prix qu'ils y attachaient semble indiquer sa rareté.

On comprend, à la rigueur, qu'il n'y ait qu'une espèce de Caret dans la mer des Indes, dans la Malaisie, dans les archipels du N.-E. de l'Australie et à la Nouvelle-Calédonie : les conditions de climat sont à peu près les mêmes, et il est démontré que tout cet espace forme une grande province maritime où l'on rencontre divers éléments de la Faune, poissons, mollusques, zoophytes,

tout-à-fait identiques malgré l'éloignement; mais est-on bien certain que cette espèce soit la même que celle des Antilles et du golfe du Mexique ? Ce n'est guère probable, et il y a beaucoup de chances pour que l'examen sérieux de sujets provenant de diverses localités, fasse reconnaître des différences spécifiques.

La chair du Caret des Antilles est malsaine, son ingestion cause des vomissements ou agit comme un fort purgatif. A la Nouvelle-Calédonie, d'après le R[d] P. Montrouzier, on la mange sans danger.

Y a-t-il également identité complète entre les *Tortues franches* qu'on a cru reconnaître sur toutes les plages chaudes de l'Ancien et du Nouveau Continent ? Les collections du Muséum d'Hist. Nat. de Paris renferment des échantillons provenant de localités très-éloignées les unes des autres et catalogués tous sous le nom de :

Chelonia (*Testudo*) *Mydas*, L.

Cependant, Dampier, cet observateur si sagace, trouve des différences sensibles dans les Tortues franches vues par lui sur divers points du Grand-Océan. Il reconnaît 1° la *Tortue franche bâtarde*, plus grande que toutes les tortues franches des deux continents; 2° la Tortue de l'île d'Argent (de la Plata, latit. Sud 1° 15', à 4 ou 5 lieues dans l'O.-S.-O. du cap San-Lorenzo); 3° une autre espèce à la côte occidentale du Mexique.

Les Tortues franches foisonnent à l'île Christmas (latit. N. 1° 58', longit. O. 160° 05'). On peut considérer cette île comme aussi favorisée, sous ce rapport, que l'île de l'Ascension dans l'Atlantique. Cook en trouva beaucoup à la côte Est de la Nouvelle-Hollande. A la Nouvelle-Calédonie, elles sont assez communes, ainsi que deux autres espèces à carapace non imbriquée. Elles sont

répandues dans les îles du Pacifique Oriental où on les connaît sous le nom de *Honou* (1): elles jouent un rôle important dans la mythologie des populations Océaniennes. Sur une des îles Marquises, nous avons vu une vingtaine de ces Tortues parquées dans un bassin d'eau douce courante et très-vive, où elles avaient l'air de se trouver fort bien.

L'écaille de la Tortue franche, ou *Green turtle*, a une valeur commerciale inférieure à celle de la vraie écaille, celle qui provient du Caret; cependant on l'utilise, en la fondant, pour en faire ce qu'on appelle de la fausse écaille. A la Nouvelle-Calédonie, on la payait 10 fr. la livre anglaise. L'écaille vraie valait 15 fr. La quantité recueillie, en 1866, est bien minime, suivant les documents officiels, 70 kilogrammes. La moyenne des années précédentes était de 500^{k}. C'est bien peu de chose, mais ma conviction est qu'on pourrait en ramasser davantage.

Morrell (*Voy. autour du monde*, 1828-1830) signale, mais sans en préciser la position géographique, de peur de la concurrence, des îles où le Caret, les Holothuries (tripang) et les Huîtres perlières abondent. Il y a tout lieu de croire que ce sont les groupes de l'*Echiquier*, des *Anachorètes* et de l'*Amirauté*.

Les îles Gallapagos ont été appelées, avec raison, par les anciens voyageurs, une fabrique de tortues de diverses sortes. Outre les tortues marines, vivant dans les canaux qui séparent les différentes îles, celles-ci sont habitées par des tortues de terre encore très-nombreuses, quoiqu'on en ait beaucoup détruit. Leur chair est utilisée très-avantageusement, soit salée, soit fraîche,

(1) *Ouoh* à la Nouvelle-Calédonie.

et on extrait de leur graisse une huile extrêmement claire.

Ces tortues atteignent une très-grande taille. On les a rapportées à l'espèce *Testudo nigra*, L., mais il est certain qu'elles diffèrent d'une île à l'autre ; les habitants se font forts, à l'aspect d'une de ces bêtes, de dire de quelle île elle vient. M. Bibron aurait reconnu deux espèces au moins (Darwin, *Voyage d'un naturaliste autour du monde*, Londres, 1860). Du reste, ce n'est pas seulement à propos des tortues qu'on remarque des différences dues aux localités, dans l'archipel des Gallapagos : presque toutes ces îles, bien que formées des mêmes éléments géologiques, ayant à peu près la même altitude, le même relief et exactement le même climat, éloignées tout au plus de quinze à vingt lieues les unes des autres, font chacune comme un petit monde à part sous le rapport des productions végétales et des productions animales. Le lecteur trouvera, dans l'ouvrage de Darwin que je viens de citer, la confirmation de ces faits et des détails très-intéressants sur les mœurs des Tortues de terre.

NACRE.

Fanning (Voyages, etc., p. 465) décrit la pêche des *Huîtres perlières*, et sa description peut s'appliquer en tous points à ce qui se fait encore aujourd'hui dans les îles du Pacifique où l'affluence des pêcheurs n'a pas tout-à-fait ruiné cette industrie. Le capitaine du navire traite, d'abord, avec des plongeurs pris sur quelque île : plonger est le principal métier des naturels des îlots coralligènes qui composent l'archipel Dangereux ou des Paumotou. Les coquilles se trouvent généralement à partir d'une profondeur mini-

mum de trois brasses. Le plongeur est muni d'un panier, contenant de 10 à 20 cailloux, pour l'aider à aller plus rapidement au fond, et a, attaché autour du corps, le bout d'une corde dont l'autre bout est dans une embarcation. Arrivé au fond, il jette les pierres et les remplace par des coquilles; puis, quand il éprouve le besoin de venir respirer, il en fait le signal en agitant la corde et on le retire alors vivement. Ces plongeurs restent un temps très-long sous l'eau; mais les vingt ou trente minutes dont parle Fanning, me paraissent une exagération impossible. Je ne me souviens pas d'en avoir vu rester plus d'une minute et demie ou deux minutes sous l'eau, et c'est déjà bien long. Ce métier est des plus pénibles et doit affecter la constitution de ceux qui s'y livrent : quand ils remontent à l'air, les yeux, comme on dit vulgairement, leur sortent de la tête, et souvent ils saignent par la bouche, le nez et les oreilles.

Les coquilles sont exposées à un soleil ardent qui fait promptement périr les animaux. On cherche avec soin les perles qu'elles peuvent contenir, puis on met les valves dans des barils, ou tout simplement en *grenier* dans la cale du navire.

Cette pêche a, pendant longtemps, donné de beaux résultats. Les îles Paumotou, le petit archipel des Gambier principalement, ont fourni une grande quantité de perles et de nacre, mais cette richesse même a été la cause d'une ruine prématurée. On a pêché sans souci de l'avenir, dépouillant les gisements de coquilles jusqu'à complet épuisement, sans leur donner le temps de se repeupler, de sorte qu'aujourd'hui cette industrie est considérablement tombée. Cependant elle se continue encore dans les Paumotou pour le compte de quelques maisons de Tahiti. Les négociants font des avances aux naturels et ont dans

les îles des agents qui récoltent les paiements en nacre (ou en huile de coco) des marchandises avancées. Des navires viennent enlever les produits recueillis. Les renseignements suivants, que j'ai eus aux îles Paumotou, du capitaine d'un navire faisant le commerce de troque, montreront quel bénéfice on réalisait, il y a quinze ans :

Quatre bouteilles de *Monoï*, espèce de pommade dont l'huile de coco est la base, qui coûtaient alors à Tahiti 1 fr. 25 l'une, soit 5 fr. les quatre, étaient payées par deux barils de nacre, valant 90 fr.

Une casquette de 10 fr. valait un baril, soit 45 fr.

La nacre se mesure au moyen d'un baril dans lequel on mêle les coquilles, grandes et petites : il y a 12 barils au tonneau qui se payait, alors, à Tahiti, 550 fr. (1).

Mais il faut dire que la longueur des opérations de troque pendant lesquelles le navire était exposé aux chances d'une navigation dangereuse, la difficulté croissante de se procurer des plongeurs, les indigènes répugnant à ce métier pénible, la nécessité de faire des avances quelquefois considérables, diminuait beaucoup les bénéfices; cependant ils étaient encore très-beaux.

La coquille qui fournit la nacre est celle de la *Pintadine mère perle.*

Syn. *Mother of pearls*, *Huître perlière*.

Mytilus margaratiferus, L.

Margarita Sinensis, Leach.

Margarita radiata, Leach.

Avicula margaritifera, Roiss. — Desh.

Avicula meleagrina, Blainv.

C'est l'espèce qu'on rencontre dans la partie tropicale du Grand-Océan. Tout le monde connaît cette belle

(1) Voir plus loin *Note A*.

coquille, dont les deux valves presque circulaires ont quelquefois 0m 30 de diamètre, et présentent à l'intérieur d'admirables nuances irisées et chatoyantes.

A la Nouvelle-Calédonie, on trouve des Huîtres perlières en assez grande quantité, mais leurs dimensions sont beaucoup plus petites. Je n'ai jamais vu, dans ce pays, ni entendu parler de perles ayant quelque valeur. Les coquilles vides d'un *Nautile* (*Nautilus macromphalus*, Owen) sont souvent jetées à la côte, en assez grande quantité pour que leur nacre soit l'objet d'un petit commerce. L'animal vivant a été trouvé plusieurs fois à l'île des Pins.

Il y a sur les côtes de Californie, une grande espèce d'*Haliotis* dont l'intérieur est admirablement nacré, et qui me paraîtrait être susceptible d'un bon emploi dans les arts.

NOTE A. — « La nacre des Gambier (1) est belle, épaisse, d'un blanc d'argent... La pêche se fait du mois de janvier au mois d'avril, et il n'est pas rare de voir les plongeurs Mangaréviens aller chercher les Huîtres perlières jusqu'à 25 et 30 brasses de profondeur.

» L'île Crescent, île voisine, possède une Huître perlière très-petite, qui fournit une jolie nacre jaune-paille.

» Les îles Gambier pourraient exporter, chaque année, 500 tonneaux de nacre. Le prix d'achat est actuellement 140 piastres le tonneau rendu à bord, c'est-à-dire 700 fr. C'est donc un revenu annuel de 350,000 francs pour cet archipel, sans y ajouter encore le produit de la vente des perles.

» En 1857, elles ont fourni 500 tonneaux de nacre à 500 fr. l'un, voilà donc 250,000 fr. pour les coquilles seulement.

(1) Ou *Mangareva*.

» En 1858, la pêche de 1859 a été achetée d'avance à raison de 140 piastres le tonneau. Le prix actuel diffère donc beaucoup du prix de 10 à 15 piastres (50 à 75 fr.) que M. Jacobs indiqua, en 1838, à l'amiral Dumont d'Urville.

» Les perles existent le plus souvent dans les huîtres de moyenne grandeur, on en trouve parfois d'un grand prix ; ainsi, pendant notre séjour dans ces îles, il y en avait une appartenant à la Reine, pour laquelle un marchand allemand, M. Un... avait, peu de temps avant notre arrivée, proposé 6,000 piastres (30,000 fr.). » G. Cuzent. *O'Taiti*, Paris, 1860.

SANDAL.

Ce bois précieux, très-recherché des Chinois et des Orientaux en général, a été l'objet de spéculations considérables. L'arbre, ou mieux, les arbres qui le produisent, croissent dans une zône comprenant 25 degrés de latitude de chaque côté de l'Équateur. Ils appartiennent au genre *Santalum*, type de la Famille des *Santalinées* (Tétrandrie-Digynie, L.). Il n'y a pas encore bien longtemps qu'on les trouvait en abondance dans l'Océanie, l'Australasie et à Madagascar ; mais, depuis le commencement de ce siècle, on a tant exploité ce bois qu'il devient rare aujourd'hui. Les îles Sandwich, les Marquises, d'où l'on en a transporté considérablement sur les marchés de la Chine, en sont maintenant tout-à-fait dépourvues : on n'y peut compter que quelques pieds isolés qui n'ont dû leur conservation qu'à leur petitesse, ou à leur situation dans des endroits inaccessibles. La Nouvelle-Calédonie, et surtout un archipel voisin, les Nouvelles-Hébrides, semblent pouvoir en fournir encore une assez grande quantité,

quoiqu'on en ait beaucoup enlevé. Avant notre prise de possession de la Nouvelle-Calédonie, cette île était régulièrement exploitée par des navires des colonies anglaises de l'Australie; les *Sandaliers* formaient une race, une caste d'aventuriers, en général assez peu scrupuleux, qui étaient devenus presque légendaires.

Si je dois m'en rapporter à ce qui m'a été dit en 1860, par un missionnaire français que je rencontrai à Lifou, une des îles Loyalty, il y aurait une cause très-active de la disparition du Sandal dans les îles de la Mélanésie. Dans ces contrées, où l'autorité est aussi despotique que possible, les chefs, voyant l'avidité avec laquelle les Européens recherchent ce bois, forcent leurs sujets à aller le chercher, quelquefois au péril de leur vie, dans des lieux inaccessibles: aussi les naturels, lorsqu'ils rencontrent de petits arbres, dont le chef ne connaît pas l'existence, s'empressent-ils de les détruire.

De nos jours, quelques îles Mélanésiennes, l'Archipel des Salomon, les Nouvelles-Hébrides, etc., etc., sont les points où l'on en fait le commerce le plus suivi. De là, il est porté en Chine. On réduit les petits morceaux en poudre pour le brûler dans des cassolettes, ou pour en composer, avec une pâte de riz, des espèces de mèches odorantes, des bâtonnets sans cesse allumés devant les petits autels domestiques qu'on trouve dans toutes les maisons chinoises. Nous ne connaissons guère le Sandal que par les coffrets ciselés, boîtes à parfums, boîtes à gants, etc., qui nous viennent de l'Empire du Milieu. En Chine, le tonneau (800 kilogr.) est ordinairement vendu 90 livres sterling (2,250 fr.).

Dans le commerce, on connaît, sous le nom de Sandal, trois sortes de bois: le *Sandal citrin*, le *blanc* et le *rouge*. Il y a tout lieu de croire que les deux premiers appartien-

nent à des espèces très-voisines, peut-être à la même. Le Sandal citrin est pesant, compacte, à fibres droites et longues, de couleur fauve, quelquefois tirant sur le brun. Son odeur a quelque chose de celle du musc; elle est très-forte quand elle est concentrée, au point d'être désagréable (1) et d'incommoder. C'est le *Sandal de Freycinet,* des botanistes, lequel se trouve dans toute l'Océanie (2).

Le *Sandal blanc* est plus pâle, plus léger ; son odeur est beaucoup moins forte. Les botanistes ne sont pas d'accord sur l'arbre qui le fournit. Je n'ai pas la prétention de trancher le différend, mais je dirai ce que j'ai remarqué dans plusieurs localités. Sur le même arbre, les parties qui avoisinent la racine sont plus foncées, et surtout beaucoup plus odorantes que le reste du tronc et que les branches. Dans l'exploitation, on coupe tout, depuis les radicelles jusqu'aux rameaux, de sorte que le même arbre fournit au commerce plusieurs variétés de bois. Je n'ai guère remarqué de bûches ayant plus de 15 à 25 centimètres de diamètre, et dans ces dimensions elles sont rares. Avant de les embarquer, on les dépouille d'un épais aubier sans odeur; le cœur seul est odoriférant, de sorte qu'une bûche d'un pied de diamètre est quelquefois réduite à trois ou quatre pouces.

(1) Cette odeur rappelle quelquefois celle de l'ammoniac. Tous les voyageurs ont éprouvé, dans les rues des villes de la Chine et de l'Inde, la sensation désagréable produite par l'odeur du Sandal mêlée à celle de la graisse chaude, des huiles, etc. L'odeur du Sandal est parfois si pénétrante qu'elle envahit tout : l'eau, les légumes, les fruits, semblent avoir ce goût écœurant.

(2) L'espèce de la Nouvelle-Calédonie et des archipels les plus voisins paraît en différer (*Santalum Austro-Caledonicum,* Vieillard).

Les quelques arbres que j'ai vus sur pied étaient petits : les plus gros n'avaient pas la grosseur du bras d'un enfant de douze ans. Leur port rappelle celui du poirier. Les feuilles sont opposées, lancéolées, planes, sans stipules, d'un vert un peu brunâtre.

Le *Sandal rouge* n'a rien de commun avec le *citrin* et le *blanc*. C'est un bois de construction, rouge et dur, sans odeur bien particulière, qui provient du *Pterocarpus santalinus*, arbre se rattachant aux Légumineuses.

HUILES DIVERSES.

Huile de Coco, — *d'Aleurites triloba*, — de Tamanou, — de Ricin.

Au nombre des produits que peuvent fournir à l'industrie la plupart des îles du Grand-Océan, sont des Huiles provenant de végétaux croissant spontanément en très-grand nombre, ou qu'une culture facile propagerait très-rapidement. Malheureusement la faiblesse de la population dans toutes ces îles, par suite le petit nombre de bras, la cherté de la main-d'œuvre due à cette cause, et peut-être encore plus au caractère indolent des habitants, rendront toujours la fabrication de ces huiles très-difficile, tant qu'elle ne sera pas entre les mains d'Européens munis de machines, avec lesquelles on pourrait se passer du travail des indigènes.

Je ne dirai que peu de chose sur les huiles : le lecteur trouvera dans l'ouvrage déjà cité de M. G. Cuzent (1), pharmacien de la marine, tous les détails possibles sur leurs propriétés et leur fabrication aux îles de la Société : ces observations peuvent s'appliquer parfaitement à tout le reste de l'Océanie.

(1) G. Cuzent. *O-Taïti*, Paris, 1860.

1° *Huile de Coco.*

Le Cocotier, *Cocos nucifera*, L., est très- répandu dans toute l'Océanie, principalement sur les îles coralligènes telles que celles qui composent l'archipel Dangereux ou *des Paumotou* où il est à peu près l'unique ressource des habitants qui trouvent, dans cet arbre, de quoi se nourrir, se désaltérer (1), s'éclairer et bâtir leurs demeures. La fabrication de l'huile se fait, dans les Paumotou, sur une grande échelle, mais par les procédés les plus primitifs. Il faut de 20 à 25 cocos pour en faire un gallon, c'est-à-dire 3 litres 70. On n'emploie que les fruits tombant naturellement de l'arbre. Les amandes sont rapées et la pulpe est mise dans une pirogue élevée au-dessus de terre, de manière qu'elle soit à l'abri des animaux, des porcs, par exemple, très-friands de cet aliment. On l'arrose avec l'eau provenant des noix et avec de l'eau de mer; on laisse fermenter au soleil; l'huile se dégage et se rend dans un réservoir. Au bout d'un mois, la masse a rendu toute l'huile qu'elle pouvait produire; les résidus sont encore soumis à la presse de la manière la plus simple. Ces procédés entraînent une grande perte de temps et un grand gaspillage d'huile, mais il conviennent à des gens paresseux qui laissent volontiers le soleil faire leur besogne. Avec des travailleurs actifs et de bonnes presses, la production serait considérable puisque déjà, avec les moyens imparfaits qu'on y emploie, l'île d'Anaa (ou de la Chaîne) produit chaque année de 300 à 400 tonneaux d'huile qu'on achète sur place 540 fr. le tonneau. Il y a, dans l'Océanie, l'objet d'une grande fortune pour des industriels qui voudraient entrepren-

(1) Ces îlots madréporiques sont entièrement privés d'eau douce autre que celles que donnent les pluies.

dre la préparation de l'huile de coco avec des moyens convenables. Aujourd'hui que les matières grasses sont recherchées avidement par l'industrie, que les animaux qui en fournissaient en abondance, il n'y a pas bien longtemps, sont presque détruits, je dirais aux Européens qui vont sur ces terres lointaines chercher une existence que leur refuse souvent la mère-patrie, s'ils ont quelques avances, s'ils peuvent attendre quelque temps, je dirais : Plantez des cocotiers ! Ces arbres mettent de sept à dix ans pour produire, mais alors chacun d'eux rapporte annuellement une moyenne de 5 francs par la vente seule de ses fruits. La culture demande peu de soins ; il faut seulement fixer la noix sur le sol, l'enfouir à moitié, et garantir la jeune plante des animaux errants.

Je recommande de *planter* les cocotiers, parce que, quoiqu'on ait dit et redit le contraire, ces arbres ne se reproduisent pas facilement sans l'aide de l'homme. Sans aucun doute, parmi les îles de l'Océanie, les îles madréporiques, presque à fleur d'eau, qui sont couvertes de forêts de cocotiers, quelques-unes ont dû la brillante végétation qui les orne à des hasards providentiels : quelques noix de coco, jetées par les flots auront germé et pris racine dans les sables — toute espèce de sol est bonne pour ce grand et utile végétal — mais souvent ces forêts ont été plantées de main d'homme ; c'est le cas de la plupart des Paumotou ; on connaît l'époque de l'introduction des cocotiers sur un grand nombre d'entre-elles et ces plantations se continuent tous les jours (1).

(1) Il en est de même à la N.-Calédonie. L'occupation française a déjà augmenté considérablement le nombre des coco-

2° *Huile d'Aleurites triloba.*

Aleurites triloba, Forster.

Ama, aux îles Marquises; *Toutoui* aux îles de la Société; *Koukoui* aux îles Sandwich; *Bancoul* dans l'Inde, etc., etc.

Cet arbre, de la famille des Euphorbiacées, est très-répandu aux îles Marquises, aux îles de la Société, aux îles Sandwich, à la Nouvelle-Calédonie, etc (1). Quelquefois il forme de véritables forêts.

L'huile s'obtient par expression, comme l'huile de noix, des amandes que les arbres produisent en immense quantité.

M. Cuzent, par des procédés très-primitifs, a obtenu les résultats suivants :

100 k. de noix entières donnent 33 k. d'amandes; — 100 k. d'amendes produisent 66 k. d'huile. L'hectolitre d'huile pèse 91 k.

Aux îles Sandwich, où l'on en prépare d'assez fortes quantités, cette huile revient à 47 pour cent meilleur marché que l'huile de lin. On en exporte chaque année, de cet archipel, 10,000 barils répartis entre le Callao, Valparaiso, la côte Occidentale du Mexique, les Etats-Unis, les Établissements Russes du Kamstchatka.

La préparation est plus compliquée, exige plus de main-d'œuvre et d'outillage que celle de l'huile de Coco; aussi, ne peut-on pas prévoir, avec la cherté du travail dans toute l'Océanie, quand cette industrie, dont la matière

tiers, surtout dans la partie méridionale de l'île où le climat, déjà un peu froid, exige qu'on prenne des précautions pour leur conservation et leur développement.

(1) A la Nouvelle-Calédonie, il y a une seconde espèce d'*Aleurites* (*A. angustifolia*, Vieillard) à laquelle on peut appliquer tout ce qui se dit de l'autre.

première abonde, pourra donner des frêts de retour aux navires venus d'Europe.

J'ai employé, pour la peinture, de l'huile d'*Aleurites triloba*, fabriquée par les moyens les plus grossiers, les seuls dont je pusse user, et elle remplaçait bien l'huile de lin en plein air. Elle peut servir pour la préparation du savon, pour l'éclairage; elle donne une lumière vive, brûle sans répandre une odeur désagréable comme l'huile de Coco, et n'a pas, comme celle-ci, l'inconvénient de détériorer les lampes de cuivre.

3° *Huile de Tamanou.*

Le *Tamanou*, *Kalophyllum inophyllum* des botanistes, est répandu à peu près dans toute la zône torride, — sinon la même espèce exactement, du moins des variétés très-voisines (1), — mais il s'en faut qu'il soit aussi commun que le Cocotier et l'*Aleurites triloba* : sur quelques îles, il est même presque une rareté. Cependant quelques-unes des îles de la Société, de l'Archipel de Cook, en contiennent un grand nombre, et il serait facile de propager et de multiplier, sans beaucoup de peine, cet arbre magnifique qui arrive quelquefois à des dimensions gigantesques. Son bois est très-recherché à la fois pour la grosse construction et pour l'ébénisterie. L'écorce laisse exsuder une résine que, dans certains endroits, on emploie pour calfater les navires; les amandes, que renferme le fruit, fournissent, en vieillissant, une huile aromatique qu'on peut employer dans la fabrication du savon, dans la peinture et dans la composition de quelques vernis gras.

(1) *Kalophyllum inophyllum*, Auct., — *Tamanou* et *Ati* aux I. de la Société, — *Kamanou* aux I. Sandwich, — *Pitts* à la N.-Calédonie, — *Fourha* à Madagascar, — *Tatamaca* à Maurice, à la Réunion, aux Séchelles, — *Mouou* en Cochinchine, etc., etc.

100 k. d'amandes fournissent 81 k. d'huile; l'hectolitre d'huile pèse 93 k.

Les mêmes causes, que j'ai signalées plus haut empêchent cette nouvelle industrie de se développer. Cependant, dit M. Cuzent (*loc. cit.*) « après tout ce que nous » venons de dire du Tamanou, on peut apprécier les » ressources qu'il offrirait à l'industrie, et combien il » serait utile de le multiplier à Tahiti, ou du moins de » remplacer les pieds qu'on abat tous les jours. Nous ne » saurions trop insister sur la facilité d'extraction de » cette nouvelle huile d'une noix qui se perd et qui pour- » rait être pour le pays une véritable source de richesse. » Lorsqu'elle sera plus connue, elle sera évidemment » recherchée par les arts, et viendra avec l'huile d'*Aleu-* » *rites* (*Tutui, Kukui*), si longtemps délaissée dans ces » mers, créer des frets de retour aux navires qui en ont » été jusqu'à ce jour si complètement dépourvus. » (G. Cuzent; *O-Taïti*, p. 128).

4° *Huile de Ricin.*

J'en dirai autant de l'huile de Ricin : trois espèces de cette Euphorbiacée, *Ricinus communis*, *R. viridis* et *R. rubricaulis*, poussent partout sans culture aux Iles de la Société, et dans la plupart des îles de l'Océanie.

ORANGES.

Les Oranges sont l'objet d'un grand commerce entre les îles de la Société et la Californie. Achetées à Tahiti à raison de 25 fr. le mille, le plus souvent payables en marchandises, ces fruits sont vendus à San-Francisco de 200 à 300 fr., ce qui, malgré les pertes inévitables dans la traversée, constitue encore un grand bénéfice.

C'est à Cook que l'on doit l'introduction de l'Oranger

(*Citrus aurantium*, L.) à Tahiti. Il s'y est propagé sans culture, et presque sans soins, et a été porté de là dans le reste de l'archipel ; les fruits sont réellement de qualité supérieure. On a introduit les orangers dans les autres îles de l'Océanie, mais nulle part ils n'ont réussi comme aux îles de la Société.

Nota. — Lire dans l'ouvrage de M. G. Cuzent les remarques sur le commerce des oranges à Tahiti. On y trouvera tous les détails sur les arbres, leur origine, leurs maladies, la récolte, l'emballage des fruits, la vente, la préparation du *Namou* (1) *Anani*, ou l'eau-de-vie d'orange si funeste aux indigènes et l'occasion d'orgies échevelées, etc. Le même ouvrage renferme les observations les plus complètes sur les productions végétales de l'archipel de la Société, leur emploi possible dans les arts, leurs plus ou moins grandes chances commerciales, etc. Toutes ces remarques peuvent s'appliquer à la plus grande partie des terres Océaniennes.

INDUSTRIES DIVERSES. — PÊCHES. — OISEAUX DE MER, LEUR DUVET ET LEURS ŒUFS. — BOIS DE CONSTRUCTION.

Je terminerai ces notes déjà bien longues, par quelques mots sur quelques industries existant déjà, auxquelles, il me semble, on pourrait donner un plus grand essor, et sur quelques autres à créer.

Pendant mon long séjour aux îles Marquises, il y a une douzaine d'années, un petit caboteur, équipé à Noukouhiva,se livrait souvent à la pêche près des îlots Hergest. Ces îlots, situés à quelques lieues dans l'Ouest de

(1) *Namou* est le nom des liqueurs spiritueuses dans la Polynésie.

Noukouhiva, sont posés sur un plateau de sondes où l'on peut mouiller par beau temps. D'après quelques indices tirés du voyage de Marchand sur le *Solide*, en 1791, on avait cru qu'il existait là un important gisement de guano, et même une maison anglaise avait fait, en 1850, des ouvertures au Gouvernement français, possesseur des îles Marquises, pour obtenir l'autorisation de l'exploiter. J'ai examiné ces îlots avec attention, par deux fois, et de cet examen, il résulte qu'en grattant tous les coins et recoins, on pourrait ramasser 10 ou 12 tonneaux, non de guano parfait, mais de fiente et de débris provenant des nombreux oiseaux, principalement des *Noddies* (*Anous stolidus*) qui se réfugient sur ces rochers. Le banc de sable et de madrépores, sur lequel ils sont posés, offre plus de ressources. On y pêche à la ligne une grande quantité de poissons de plusieurs espèces, surtout de grands poissons rouges, dont quelques-uns pèsent de 6 à 7 kilogrammes, de la famille des Percoïdes, autant que mes souvenirs me permettent de me prononcer. Le caboteur, dont j'ai parlé plus haut, faisait de beaux bénéfices en salant ces poissons qui, revenant peut-être à 0 fr. 60, étaient vendus dans les îles de 2 fr. 50 à 5 fr., suivant leur taille.

Je ne prétends pas qu'il y ait aux îles Hergest de quoi alimenter d'importantes pêcheries, mais il me semble pourtant que quelques bateaux, armés dans le Pacifique, trouveraient moyen d'y faire de bonnes affaires.

Une pêche plus sérieuse, est celle qui se pratiquait dans le sud de l'Océan Indien, aux îles S[t]-Paul et Amsterdam (Latit. S. 38° long. E. 75° 10′). Un habitant de la Réunion avait fondé sur ces rochers stériles un établissement de pêche qui fournissait par an 40,000 pièces se vendant, sur les marchés de la Réunion, de 40 à 50 fr. les 100 pièces, et dont le prix de revient était très-modi-

que. La frégate la « *Novara* » a vu cet établissement en pleine activité en 1858. Pendant mon séjour à la Réunion, il y a vingt ans, on recherchait avec empressement le poisson salé qu'on appelait la *bonne morue de S*[t]*-Paul.* Malgré ce nom, les poissons pêchés sur cette île n'ont rien de commun avec la morue qu'une certaine ressemblance extérieure. L'un d'eux appartient au genre *Cheilodactylus*, Lacép. Une seconde espèce, d'après M. Tinot (*Nouvelles annales de la marine*, 1853, 2[e] semestre), est longue de 4 pieds à 4 pieds 1/2, et pèse quelquefois de 115 à 120 livres; mais, d'après la description très-sommaire que cet auteur en donne, je ne saurais à quel genre la rapporter, pas plus que la troisième qui est plus abondante, longue de 2 à 3 pieds, aux formes sveltes. Ce dernier poisson, quand il est vivant, montre des bandes longitudinales, jaune et bleu clair, mais ces couleurs disparaissent peu de temps après la mort : il ressemble au saumon. Je ne sais pas si cette pêche se fait encore aujourd'hui; sans doute que oui, car elle rapportait de beaux bénéfices (1). On dit que le poisson est tellement abondant que huit hommes peuvent charger un bateau de 8 à 10 tonneaux dans un jour. On n'en trouve, à S[t]-Paul, que sur le banc de sable et de roches qui entoure l'île, et sur lequel il y a 8, 10 et 12 brasses d'eau, à 200 mètres de terre (2). Il faut que la ligne aille au fond pour prendre le premier poisson, mais, aussitôt qu'il est pris, toute la bande remonte, en suivant son mouvement d'ascension quand le pêcheur le hale, pour le manger; aussi faut-il tirer la ligne avec promptitude. Le plus pénible de la

(1) Un de mes amis m'a dit avoir vu, en 1861, un petit navire français pêchant à S[t]-Paul.

(2) *Annales maritimes*, T. 3, 1844, p. 746.

pêche est de décrocher l'hameçon, surtout quand le poisson se débat, à cause des blessures que les pêcheurs se font avec les épines des nageoires, blessures très-difficiles à guérir.

On trouve aussi aux îles St-Paul et Amsterdam, une espèce de Bécune, des Chiens de mer et de grands Squales, ressemblant aux Peaux bleues (*Squalus glaucus*, L.) de nos côtes.

Pendant quelque temps, le gouverneur français de la Réunion a fait occuper St-Paul par une petite garnison, quatre ou cinq hommes : depuis l'île fut habitée seulement par les employés de l'établissement de pêche. M. Guérin, commandant la corvette la *Sabine*, qui visita St-Paul en 1845, recommandait de ne pas employer un personnel de plus de 60 individus à cause de l'exiguité du terrain habitable et de la stérilité du sol.

Les côtes de la Nouvelle-Zélande pourraient aussi, il me semble, fournir un apport considérable de poissons salés avec les *Snappers* (*Pagrus guttulatus*, Cuv. et Val.) qui sont très-communs et ressemblent beaucoup aux Brêmes roses de nos côtes (*Pagellus centrodontus,* Cuv. et Val.).

A l'autre extrémité du Grand-Océan, je signalerai les nombreuses pêcheries des côtes de Chine, entre autres celles des îles Chusan, où se rendent tous les ans des milliers de jonques dont les équipages prennent et salent le *Trichiurus savala*, Cuv. et Val., les *Stromateus securifer*, *argenteus*, Cuv., les pêcheries des côtes de Cochinchine qui fournissent les mêmes espèces et plusieurs Clupées, entre autres des Aloses de très-grande taille (*Alausa palasah*, Cuv. et Val.).

Les eaux douces de la Basse-Cochinchine, le grand lac Talé-Sab au Cambodge, donnent, en immense quan-

tité, un Trichopode, trois espèces d'Ophicéphales (*Strié*, *Noirâtre*, *Pointillé*) et sept ou huit espèces de Siluroides. Ces poissons, salés pour la plupart, sont l'objet d'un très-important commerce d'exportation avec les contrées voisines.

Au Japon, la pêche est une industrie vraiment nationale. Les Japonais se font gloire de leur civilisation très-avancée, après avoir commencé par n'être qu'un peuple de pauvres pêcheurs. Le poisson fait le fond de leur nourriture animale. L'île de Yezo fournit une quantité considérable de magnifiques Saumons qui, salés et fumés, sont transportés dans tout l'empire japonais.

En Corée, la pêche est également en honneur. J'ai vu, dans ce pays, de grands magasins de poisson salé, mais il était impossible de bien reconnaître l'espèce : il m'a semblé que c'était un Spare.

Dans les hautes latitudes australes, on rencontre en quantité des oiseaux de toute taille de la Famille des Procellaridées, presque tous couverts d'un épais duvet qui, il me semble, pourrait être employé avantageusement dans beaucoup de cas. Je ne crois pas que cela ait jamais été tenté : peut-être y aurait-il quelque chose à faire dans cette voie. A certaines époques, les différentes espèces d'oiseaux fréquentent les terres Australes, les diverses localités où l'on chassait les Phoques autrefois. Dans les *Proceedings de la Société d'Hist. Nat. de Dublin*, vol. IV, partie III, 1865, on lit un travail étendu du capitaine F. W. Hutton, sur les mœurs des oiseaux de mer de l'hémisphère austral, résultant du séjour forcé fait par l'auteur à l'île du prince Edouard, à la suite d'un naufrage.

Les principaux oiseaux qui pourraient être utilisés sont : les diverses espèces de *Manchots*, dont la peau

peut faire de très-jolis tapis, des descentes de lit, etc.; les *Albatros*, surtout la grande espèce, *Diomedæa exulans*, et les *Mollymokes* (1), c'est-à-dire, *Diomedæa chlororhynchos, D. melanophrys, D. culminata, D. fuliginosa*, dans l'hémisphère Sud, *D. brachyura* et *D. nigripes*, dans l'hémisphère Nord; les différents *Pétrels*, *Procellaria hæsitata* (2), *P. æquinoctialis* (3), *Prion vittatus* (4), *Daption Capensis* (5), etc., tous oiseaux très-connus des navigateurs.

Les œufs des oiseaux de mer peuvent aussi être l'objet de petites transactions commerciales, très-modestes, il est vrai, mais qui ne sont cependant pas à dédaigner dans des établissements naissants comme les Européens en ont fondé dans l'Océanie. A Tahiti et aux îles Sandwich, j'ai vu vendre, avec avantage, des œufs ramassés sur des îlots déserts et conservés tout simplement dans du sel.

Je signalerai encore un produit qu'on peut fabriquer sans beaucoup de difficulté dans la plupart des îles du Grand-Océan, la *chaux* à extraire des madrépores qui y sont si communs.

Les bois de construction sont rares : quelques îles sont assez riches en *Tamanou* (*Kalophyllum inophyllum*); mais si on n'a pas soin de régler la coupe et de remplacer ceux qu'on emploie, cette ressource sera bientôt épuisée. Le *Badamier* (*Terminalia Mauritiana*, *littoralis*, etc.) est aussi un excellent bois de charpente, mais il est peu répandu. Il ne faudrait pas non plus compter beaucoup sur le *Bois de rose* (*Thespesia populnea*), commun, il est

(1) *Malamoque* des Français.
(2) Grand Pétrel gris.
(3) Pétrel noir, *Stink pot* des Anglais.
(4) *Whale Bird*, Oiseaux de baleines, des Anglais.
(5) Damier.

vrai, mais dont les échantillons sains sont difficiles à rencontrer : le cœur seul de l'arbre peut être employé dans l'ébénisterie, et le plus ordinairement, dans les gros troncs, il est pourri. Un *Casuarina* (*Casuarina equisetifolia*), connu sous le nom de *bois de fer*, très-répandu, un *Sébestier*, peuvent être utilisés, mais il ne faut pas oublier que, dans toutes les îles de la Polynésie, la difficulté de se procurer des travailleurs, la cherté de la main-d'œuvre, rendront toute spéculation hasardeuse tant que ces îles seront dans leur état actuel.

Sous le rapport des bois, la Nouvelle-Calédonie est plus favorisée, surtout dans sa partie méridionale ; elle n'offre cependant pas autant de ressources qu'on le crut d'abord. La beauté des forêts de la Baie du Sud, où l'on trouve des arbres de haute futaie serrés les uns contre les autres, avait fait trop bien préjuger du reste du pays. J'ai eu l'occasion de faire des coupes dans ces forêts ; les essences sont généralement dures, résistantes, mais ces bois, comme presque tous ceux des régions tropicales, ont le défaut de manquer de liant et d'être sujets à la *roulure*. Les principales espèces Néo-Calédoniennes sont décrites par Labillardière : MM. Panchet et Vieillard en ont augmenté le nombre dans ces dernières années. Les *Pins colonnaires* (*Cupressus columnaris*, Forst. ; *Araucaria intermedia*, R. Br.), qui ont donné leur nom à l'île des Pins, quoique atteignant une grande taille, n'ont pas répondu aux espérances qu'on fondait sur eux ; le bois est cassant et il est rare d'en trouver d'assez droit pour faire des pièces de mâture.

L'île de Lifou, dans le groupe des Loyalty, malgré la pauvreté du sol, dénué presque entièrement de terre végétale, a de belles forêts qui, bien emménagées, pourraient offrir quelques ressources à notre établissement de la Nouvelle-Calédonie.

La Nouvelle-Zélande est mieux partagée que cette dernière. Les forêts du littoral ont été exploitées, on peut le dire, à outrance; mais, en se repliant vers l'intérieur, on trouve encore des Conifères gigantesques dont les dimensions ne le cèdent qu'à celles des *Sequoia* de Californie. Le plus recherché des bois de la Nouvelle-Zélande est le *Kauri* (*Dammara australis*), puis viennent le *Totara* (*Podocarpus totara*), le *Miro* (*Podocarpus ferruginea*), le *Tanekaha* (*Phylloclades trichomanoides*), etc.

A côté des Conifères se placent quelques bois durs, le *Vitex littoralis, Pouridi* des naturels, analogue à notre chêne; le *Rata*, *Metrosideros robusta;* le *Pohoutou Kawa*, *Metrosideros tomentosa*, etc. Je ne répéterai pas ici ce que j'ai déjà dit ailleurs sur tous ces bois. (*Mém. de la Soc. des Sc. Nat. de Cherbourg*, Tome X, 1864.)

TABLE.



DÉTERMINATION

DES

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

DES ÉLECTRO-AIMANTS

SUIVANT LES APPLICATIONS

AUXQUELLES ON VEUT LES SOUMETTRE

PAR

M. le Comte Th. DU MONCEL,

Directeur honoraire de la Société.

Depuis longtemps les inventeurs qui s'occupent des applications de l'électricité se plaignent, et non sans raison, de n'avoir aucunes données théoriques précises, qui puissent les guider dans la construction des électro-aimants et qui leur permettent de placer ces organes dans les meilleures conditions possibles suivant les circonstances de leur application. Il est certain que, jusqu'aux recherches que j'ai entreprises en 1870 sur cette question, la construction de ces organes électriques était livrée un peu au hasard, et les seules données sur lesquelles on s'appuyait, en dehors des lois de MM. Jacobi, Dub et Muller, étaient que leur résistance devait être égale à celle du circuit extérieur sur lequel ils devaient être interposés et que leur grosseur devait être proportionnée à l'intensité du courant. Aucuns principes, aucunes formules ne précisaient les dimensions à leur donner

pour les placer dans leurs conditions de maximum par rapport à une force électrique donnée et à un circuit de résistance également donnée, et le choix du fil de l'hélice magnétisante dépendait du caprice du constructeur, sans qu'on se préoccupât des relations qui doivent exister entre l'épaisseur de l'hélice et le diamètre du noyau magnétique. Le calcul de ces différents éléments de construction, quand il s'agissait d'obtenir sur un circuit donné une force attractive donnée, était un problème à peu près insoluble, et ce problème se compliquait encore, quand plusieurs électro-aimants introduits dans des dérivations exigeaient non-seulement de la part de l'électro-aimant des conditions particulières, mais encore un arrangement spécial des éléments de la pile. En un mot, l'emploi économique de la force électro-magnétique ne pouvait être obtenu d'une manière rationnelle, et sous ce rapport la science électrique était moins avancée que beaucoup d'autres branches des sciences physiques, dont les bases théoriques permettaient au moins d'utiliser dans leurs meilleures conditions les forces dont on pouvait disposer. Dans l'ouvrage que j'ai publié en 1870, j'ai cherché à combler cette lacune et je suis arrivé à des résultats assez importants. Mais comme la question est très-complexe et se présente sous des jours bien différents, j'ai dû à différentes reprises apporter à certaines déductions que j'avais formulées, quelques modifications, et c'est ce travail rectifié et rendu plus pratique qui fait l'objet du présent mémoire.

Pour pouvoir établir théoriquement les conditions de maximum de la force électro-magnétique, il fallait introduire dans la formule exprimant algébriquement cette force, des quantités se rapportant aux différents éléments entrant dans la construction des électro aimants et au cir-

cuit dans lequel ils doivent être interposés; puis, discuter la formule en prenant successivement, comme variables, ces diverses quantités.

Pour obtenir ce résultat, j'ai d'abord calculé le nombre des tours de spires et la longueur du fil de l'hélice magnétisante en fonction du diamètre et de la longueur des bobines de l'électro-aimant, en faisant intervenir l'épaisseur de l'hélice et la grosseur de son fil. Soient :

a l'épaisseur de l'hélice magnétisante;
b la longueur totale des deux bobines;
c le diamètre du canon de la bobine que nous supposerons être le même que celui du noyau magnétique;
g le diamètre du fil de l'hélice y compris l'épaisseur de sa couverture isolante;
A la force attractive du système magnétique;
E la force électro-motrice de la pile employée;
F la force propre de l'électro-aimant;
H la longueur du fil de l'hélice magnétisante;
I l'intensité du courant dans le circuit total;
t le nombre des tours de spires;
R la résistance du circuit extérieur.

Il est facile de comprendre qu'on pourra représenter d'abord le nombre de spires de chaque rangée par $\frac{b}{g}$, et comme il y a autant de rangées de spires dans une hélice que g est contenu de fois dans l'épaisseur a, on aura pour représenter le nombre total des spires t

$$t = \frac{b}{g} \times \frac{a}{g} = \frac{ab}{g^2}. \qquad (1)$$

Si on recherche maintenant la longueur de chacune des spires de la première et de la dernière rangée, on trouvera

qu'elle est pour la première $2\pi\left(\frac{c+g}{2}\right)$ et pour la dernière $2\pi\left(\frac{c+2a-g}{2}\right)$; par conséquent, les longueurs totales de ces deux rangées seront :

$$\frac{b}{g}\,2\pi\left(\frac{c+g}{2}\right) \quad \text{et} \quad \frac{b}{g}\,2\pi\left(\frac{c+2a-g}{2}\right).$$

Les couches intermédiaires constituant avec ces deux rangées les termes d'une progression arithmétique dont les expressions précédentes sont les termes extrêmes et dont le nombre de termes est représenté par $\frac{a}{g}$, la longueur totale H de l'hélice ou la somme des longueurs de ces différentes rangées sera donnée par la formule

$$H = \frac{b}{g}\,\frac{2\pi(c+g+c+2a-g)}{4}\,\frac{a}{g} = \frac{\pi b a (a+c)}{g^2} \qquad (2)$$

On obtient donc ainsi les valeurs de t et de H en fonction des différents éléments entrant dans la construction d'un électro-aimant. Pour obtenir maintenant l'expression de la force électro-magnétique, je pars des lois de MM. Jacobi, Dub et Muller, qui donnent pour valeur de la force propre F de l'électro-aimant, le produit de l'intensité I du courant par le nombre des tours de spires, et comme valeur de la force attractive A le carré de ce produit. Ces formules n'ont peut-être pas toute la rigueur désirable, comme l'ont démontré les recherches intéressantes de M. Cazin, mais, de même que les lois d'Ohm, elles sont suffisamment exactes entre certaines limites pour permettre des déductions vraies et utiles pour l'application. Ces formules peuvent être écrites de la manière suivante :

$$F = \frac{E\,t}{R+H} \qquad \text{et} \quad A = \frac{E^2\,t^2}{(R+H)^2}$$

En appliquant aux quantités t et H, dans ces formules, les valeurs que nous avons déduites précédemment, on arrive aux équations :

$$F = \frac{E\, ab}{R\, g^2 + \pi\, b\, a\, (a + c)} \text{ et } A = \frac{E^2\, a^2\, b^2}{[R\, g^2 + \pi\, b\, a\, (a + c)]}$$

qui peuvent conduire à différentes conditions de maximum suivant qu'on fait varier les quantités a, b, c et g.

CONDITIONS DE MAXIMUM DES ÉLECTRO-AIMANTS.

I°. Si on fait varier l'épaisseur a de l'hélice, ce qui suppose la résistance de H estimée en unités de même longueur que celles qui servent de mesure à la longueur H du fil de l'hélice, et l'action des spires sensiblement la même, hypothèse que l'on peut admettre dans les conditions ordinaires des électro-aimants, quand on tient compte dans la formule des différences de résistance qu'entraine leur éloignement plus ou moins grand du noyau magnétique, les conditions de maximum répondant à l'annulation de la dérivée des expressions précédentes, indiquent que R doit être égal à $\frac{\pi\, b\, a^2}{g^2}$, c'est-à-dire à la longueur H du fil de l'hélice divisée par le rapport $\frac{a + c}{a}$, ou ce qui revient au même, que H doit être égal à $R\left(1 + \frac{c}{a}\right)$. Traduite en langage ordinaire, cette déduction signifie que l'on peut enrouler avantageusement sur un électro-aimant donné un fil de grosseur donnée g, jusqu'à ce que la résistance de ce fil soit égale à celle du circuit extérieur R multipliée par $\left(1 + \frac{c}{a}\right)$, en admettant

toutefois que le rapport $\frac{c}{a}$ ne donne pas à ce facteur une valeur qui rendrait inadmissible l'égalité d'action des spires qui a été supposée. Il ne faudrait pas cependant en inférer d'une manière générale que l'on doive donner aux électro-aimants une résistance plus grande que celle du circuit extérieur, car nous allons voir à l'instant que si l'on est maître de choisir la grosseur du fil de l'hélice et qu'on doive donner à celle-ci une épaisseur déterminée, les conditions de maximum changent; mais l'on peut reconnaître, par la déduction que nous venons de poser, qu'un électro-aimant donné, comme du reste un galvanomètre donné, fournit son maximum d'action sur un circuit d'une résistance moindre que celle du fil qui l'entoure, et cela d'autant plus que le rapport de c à a est plus grand.

II°.— Si l'on fait varier g, c'est-à-dire le diamètre du fil de l'électro-aimant, la résistance R qui doit toujours être réduite en fonction de celle du fil de l'hélice, sera variable aussi bien que la quantité H et devra être représentée par une quantité qui renfermera la variable g. Or cette quantité pourra être fournie par la loi de Ohm relative aux sections et aux conductibilités. En effet, si on désigne par f le coëfficient par lequel il faut diviser g pour obtenir le diamètre du fil dépourvu de sa couverture de soie, coëfficient qui peut être estimé moyennement à 1,6 pour les fils très-fins et à 1,4 pour les fils moyens, $\frac{g}{f}$ représentera le diamètre du fil dénudé de l'hélice, et si on prend pour terme de comparaison le diamètre du fil représentant la résistance R, qui est généralement le fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre, la résistance R transformée en fil de diamètre $\frac{g}{f}$ sera $\frac{C R g^2}{C' G^2 f^2}$;

($\frac{C}{C'}$ représentant le rapport de conductibilité du fer et du cuivre, qui est pratiquement 6). Comme le diamètre G du fil télégraphique est 4 millimètres, $G^2 = 0^m000016$, et si on déduit la valeur numérique de la constante $\frac{C}{C' G^2}$ qui est égale à 375000, laquelle constante nous appellerons q, on arrive à avoir pour expression de la valeur réduite de R, $\frac{q R g^2}{f^2}$.

D'un autre côté, comme, en faisant varier la grosseur du fil g, on fait varier pour une épaisseur constante a de l'hélice non-seulement sa résistance mais encore sa longueur, deux valeurs qui varient dans un même rapport, la quantité H, considérée comme représentant la résistance de l'hélice, au lieu d'être en raison inverse de g^2, sèra en raison inverse de g^4, mais la quantité $\frac{q R g^2}{f^2}$ qui n'est pas dans le même cas que H, puisqu'elle ne doit pas remplir un espace déterminé, restera inversement proportionnelle à g^2, de sorte que les dénominateurs des expressions (2) devenant,

$$\frac{q R g^4 + \pi b a (a + c) f^2}{g^4} \text{ et } \left[\frac{q R g^4 + \pi b a (a + c) f^2}{g^4}\right]^2,$$

les expressions elles-mêmes deviendront :

$$F = \frac{g^2 E a b}{q R g^4 + f^2 \pi b a (a + c)} \text{ et } A = \frac{g^4 E^2 a^2 b^2}{[q R g^4 + f^2 \pi b a (a + c)]^2}$$

Or les dérivées de ces deux expressions s'annulant pour $\frac{q R g^2}{f^2} = \frac{\pi b a (a + c)}{g^2}$, on en conclut que les conditions

de maximum répondent dans ce cas à $R = H$. Ce qui signifie que pour des électro-aimants de mêmes dimensions ayant des bobines de même diamètre, la grosseur du fil de l'hélice la plus convenable sera celle qui rendra sa résistance égale à celle du circuit extérieur R.

Comme généralement dans les applications électriques on part d'un diamètre donné du noyau magnétique, et que celui-ci doit être dans un rapport déterminé avec l'épaisseur de l'hélice magnétisante, ainsi qu'on le verra à l'instant, c'est cette condition de maximum qui le plus souvent devra fixer la résistance des électro-aimant s elle est d'ailleurs en rapport avec la formule de Joule qui exprime le travail produit, et quoique les formules précédentes en soient très-différentes en apparence, elles conduisent aux mêmes conclusions (1).

III°. — Si, dans les équations exprimant les valeurs de F et de A, on fait varier la quantité c, c'est-à-dire le diamètre du noyau de l'électro-aimant, de manière à établir une relation constante entre l'épaisseur a de l'hélice et le diamètre de ce noyau, et qu'on se guide sur ce diamètre

(1) Pour démontrer les conditions de maximum que nous venons de déduire au moyen de la formule de Joule, on admet que le nombre des tours de spires t est représenté par le rapport de l'espace C occupé par l'hélice à la section s du fil employé, c'est-à-dire par $\frac{C}{s}$; et comme la résistance H de ce fil est proportionnelle, pour un espace constant C, au nombre des tours de spires et inversement proportionnelle à la section s, on peut poser $H = \frac{Ct}{s}$, et en substituant à s sa valeur tirée de la première relation, on a $H = t^2$ ou $t = \sqrt{H}$; donc $F = \frac{E\sqrt{H}}{R+H}$ et $A = \frac{E^2 H}{(R+H)^2}$ formule qui n'est autre que celle de Joule et qui donne comme condition de maximum, $R = H$.

pour satisfaire aux conditions d'application de l'électro-aimant, la résistance de l'hélice doit être, d'après ce que nous avons dit précédemment, calculée en partant des considérations se rapportant au cas précédent; et si, cette hypothèse étant admise, on suppose invariables l'épaisseur a de l'hélice et le nombre t des tours de spires, la force attractive A devient proportionnelle au diamètre c multiplié par le carré de l'intensité du courant et la force propre de l'électro-aimant, proportionnelle à la racine carrée de ce diamètre multipliée par l'intensité du courant; de sorte que l'on peut poser

$$F = \frac{g^2 E \sqrt{c}}{2 \pi b a (a + c)} \text{ et } A = \frac{g^4 E^2 c}{[2 \pi b a (a + c)]^2} \quad (3)$$

expressions qui sont susceptibles de maximum par rapport à c. Mais cette fois les quantités R et H doivent être supposées varier en même temps et de la même manière, car si R était supposé fixe, aucun maximum ne pourrait être obtenu. Cette circonstance montre que le maximum qui peut être fourni dans ces conditions, est le résultat de ce que l'accroissement de force que l'on gagne par l'augmentation du diamètre de l'électro-aimant, se trouve à un certain moment (pour une épaisseur donnée a et avec un même fil g) dissimulé par l'accroissement de résistance de l'hélice magnétisante, lequel accroissement résulte lui-même de l'allongement des spires à mesure que le diamètre c grandit.

Si on prend les dérivées des expressions précédentes par rapport à c considéré comme variable et qu'on les égale à zéro, on trouve que les conditions de maximum répondent à $a = c$, c'est-à-dire à l'égalité de l'épaisseur de la bobine et du diamètre du fer de l'électro-aimant.

C'est en effet ce que l'expérience a démontré à M. Hughes.

Or il résulte de cette déduction plusieurs conséquences importantes.

D'abord, l'expression $\frac{\pi ba(a+c)}{g^2}$ qui donne la longueur H de l'hélice, peut être transformée, quand l'électro-aimant se trouve disposé à ce point de vue dans ses conditions de maximum, en $\frac{2\pi b c^2}{g^2}$. En second lieu, si on rend la longueur b de l'hélice fonction constante de son diamètre c en multipliant celui-ci par un certain coëfficient constant m, cette expression pourra se réduire à $\frac{2\pi c^3 m}{g^2}$. En même temps le nombre t des tours de spires aura pour expression $\frac{mc^2}{g^2}$ au lieu de $\frac{ab}{g^2}$, et ces deux formules, en réduisant le nombre des termes qui figurent dans les premières, permettent, comme on le verra à l'instant, de résoudre bien des problêmes qu'on aurait pu considérer comme insolubles sans elles.

IV°. Si on fait varier b, c'est-à-dire la longueur du canon de la bobine, il n'y a pas il est vrai de maximum possible, mais en rendant comme précédemment cette longueur fonction constante du diamètre c au moyen du coefficient m qui sera applicable à tous les électro-aimants, il sera possible, avec un électro-aimant placé dans les conditions de maximum qui lui incombent, de déterminer pour m une valeur déduite des conditions de maximum de la formule,

$$A = \frac{E^2 m^2 c^4 c^{\frac{3}{2}}}{[R g^2 + 2\pi c^3 m]^2} \qquad (4)$$

dans laquelle le diamètre c étant supposé variable et

égal à l'épaisseur de l'hélice a, les quantités a, b, c varient toutes en même temps et entraînent pour A, non seulement la proportionnalité au carré de l'intensité du courant et au carré du nombre des tours de spires, mais encore la proportionnalité à la puissance $\frac{3}{2}$ des diamètres. (Loi de Dub).

Dans ces conditions, le maximum de la formule précédente répond à

$$m = 11 \frac{R g^2}{2 \pi c^3};$$

mais comme c étant pris pour variable, n'a plus la même valeur que dans le cas où, étant fixe, la résistance de l'hélice doit être égale à la résistance du circuit extérieur R, et qu'en définitive cette quantité c exprime ce diamètre fixe multiplié par $\sqrt[3]{11}$, l'expression $\frac{2 \pi c^3}{g^2}$ représente par le fait la longueur du fil d'une hélice dont le fer a pour diamètre $\frac{c}{\sqrt[3]{11}}$ et pour longueur $\frac{c}{\sqrt[3]{11}} \times 11$, laquelle longueur de fil doit être alors égale à R. Il en résulte que le facteur $\frac{Rg^2}{2 \pi c^3}$ peut être considéré comme égal à 1, et dès lors la valeur de m devient égale à 11, chiffre bien voisin de celui indiqué par M. Hughes d'après l'expérience et qui est 12.

On peut déjà déduire de ces différentes conditions de maximum une formule qui peut être d'un grand secours pour déterminer le diamètre du fil d'un électro-aimant, quand on veut qu'il satisfasse aux conditions de maximum représentées par $R = H$, $a = c$ et $b = cm$. Dans ce cas, comme g est indéterminé et variable, il faut que R

soit réduit en fonction de g, et, en conséquence, la quantité $\frac{2\pi c^3 m}{g^2}$ qui représente H et qui doit être égale à R, conduit à l'équation

$$\frac{q \mathrm{R} g^2}{f^2} = \frac{2\pi c^3 m}{g^2}$$

$$\text{d'ou} \quad g^4 = \frac{2\pi c^3 m f^2}{q \mathrm{R}} = f^2 \frac{c^3}{\mathrm{R}} \frac{2\pi m}{q}.$$

Comme $\frac{2\pi m}{q}$ est une constante composée de quantités connues et égale à 0,00020106, l'on a en définitive

$$g = \sqrt{f \sqrt{\frac{c^3}{\mathrm{R}} 0{,}00020106.}} \qquad (5)$$

Il résulte de la discussion qui précède, les conclusions suivantes :

1° Pour un même diamètre de bobines, l'hélice magnétisante qui donne les meilleurs résultats est celle dont le fil a une grosseur et une longueur telles que sa résistance représente celle du circuit extérieur.

2° Une hélice donnée produit son effet maximum lorsque sa résistance propre est plus grande que celle du circuit extérieur dans le rapport de 1 à $1 + \frac{c}{a}$.

3° L'épaisseur des hélices magnétiques doit être égale au diamètre des noyaux de fer qu'elles entourent.

4° Leur longueur doit être égale à ce diamètre, multiplié par 11, et pratiquement par 12 en raison de l'épaisseur des rondelles et des dégagements des bobines.

CONDITIONS DE MAXIMUM SUR LES CIRCUITS DÉRIVÉS.

Les déductions qui précèdent supposent que l'état permanent de la propagation électrique est établi, que les réactions de l'extra-courant de l'électro-aimant n'existent pas et que le fer de l'électro-aimant est dans les conditions de saturation nécessaires pour que les lois de MM. Dub et Muller soient applicables. Quand ces conditions n'existent pas, il est loin d'en être ainsi, et le calcul démontre que la résistance de l'hélice doit être considérablement réduite, ce que les expériences de M. Hughes ont démontré d'une manière irrécusable, et ce qu'ont confirmé d'une manière plus nette encore les expériences récentes de M. Lenoir, dans lesquelles l'électro-aimant expérimenté subissait des alternatives d'aimantation et de désaimantation extrêmement rapides, étant adapté à un télégraphe autographique.

Avec des éléments si divers, il est impossible de fixer pour les électro-aimants télégraphiques une formule qui puisse donner exactement les conditions de maximum de résistance des hélices magnétiques. Pour l'action seule des dérivations, le calcul démontre que ces conditions sont les mêmes que celles qui ont été déjà posées, mais en supposant que la résistance R sur laquelle elles sont basées, est représentée par la résistance totale du circuit extérieur avec ses dérivations, et en admettant que cette résistance totale est considérée *comme si la pile était substituée dans le circuit à l'électro-aimant*. Or comme la résistance totale d'un circuit soumis à des dérivations est moindre que sa résistance propre, l'hélice doit avoir une moindre résistance que cette dernière.

En prenant le cas le plus simple, celui d'une seule dérivation u établie sur un circuit de résistance l avec

une résistance commune R à partir de la pile, la force attractive A de l'électro-aimant interposé au milieu de l sera

$$A = \frac{E^2 u^2 t^2}{[R(u + l + H) + u(l + H)]^2} \qquad (6)$$

et si l'on substitue à t et à H leur véritable valeur, on arrive à une expression dont la dérivée par rapport à g considéré comme variable, s'annule pour

$$\frac{q g^2}{f^2}\left(l + \frac{R u}{R + u}\right) = \frac{\pi b a (a + c)}{g^2}$$

et pour

$$l + \frac{R u}{R + u} = \frac{\pi b a^2}{g^2},$$

quand on fait varier simplement l'épaisseur a des couches de spires et que R est supposé préalablement réduit en fonction de g.

Or, dans la première de ces deux équations, le second membre représente la résistance du fil de l'hélice et le premier membre n'est autre que la résistance totale du circuit extérieur exprimée en unités de même ordre que celles qui ont servi à l'évaluation de la longueur du fil de l'hélice. Mais cette résistance est prise en sens inverse, car celle qui est étudiée est représentée, par le fait, par

$$R + \frac{l u}{l + u}.$$

Dans ce cas, la résistance totale doit donc être supposée comme si la partie commune aux deux courants dérivés était représentée par la dérivation l et comme si la partie

réellement commune R n'était qu'une simple dérivation.

Dans la seconde équation, le premier membre représente, comme précédemment, la résistance totale du circuit extérieur prise en sens inverse; mais cette résistance totale, comme la résistance R d'une ligne isolée, doit être considérée comme devant être plus petite que celle de l'hélice électro-magnétique dans le rapport de 1 à $1 + \frac{c}{a}$ pour satisfaire aux conditions de maximum se rapportant à la variable a.

Lorsque les circuits dérivés ont une faible résistance et que l'on est dans la possibilité de combiner les éléments de la pile de telle manière qu'on le désire, on arrive par le calcul à une déduction analogue à celle qui précède, mais dans un sens inverse. C'est alors la combinaison voltaïque qui rend égale la résistance de la pile à la résistance totale des dérivations, qui fournit les résultats les plus avantageux. Mais si après avoir arrêté cette combinaison voltaïque, on établit les dérivations aux pôles mêmes de la pile et qu'on cherche à obtenir sur chaque dérivation le plus grand effet possible, ce qui arrive fréquemment dans les applications électriques, les conditions de résistance des électro-aimants interposés sur ces dérivations seront toutes différentes de celles que nous avons étudiées précédemment. Cette fois ces électro-aimants, au lieu d'avoir une résistance plus faible que la résistance de la pile, auront une résistance d'autant plus forte qu'il y aura un plus grand nombre de dérivations ; et cela se comprend aisément si l'on considère que, d'après ce qui a été dit plus haut, la résistance de la pile devant toujours être égale à la résistance totale de ces dérivations et cette résistance totale diminuant à mesure que les dérivations deviennent plus nombreuses, il faut

que leur résistance individuelle soit augmentée pour faire compensation. Si ces dérivations avec les électro-aimants qu'elles contiennent étaient toutes égales, cette augmentation serait proportionnelle à leur nombre, car la formule donnant l'intensité du courant sur chaque dérivation deviendrait alors pour une pile ordinaire $\frac{n\,E}{x\,n\,R + H}$, x représentant le nombre des dérivations ; mais si les dérivations sont d'inégale résistance et que l'on représente par b le nombre d'éléments de la pile réunis en quantité pour composer chaque groupe, alors que a représentera le nombre des groupes réunis en tension, la formule précédente deviendra pour deux dérivations u et H

$$\frac{a\,E}{\frac{a}{b}\,R\left(1 + \frac{H}{u}\right) + H}$$

et les conditions de maximum de cette formule par rapport à a répondront à

$$\frac{a}{b}\,R\left(1 + \frac{H}{u}\right) = H, \quad \text{ou à} \quad H = \frac{a\,R\,u}{u\,b - a\,R},$$

équation qui devient $H = 2\,\frac{a}{b}\,R$, quand $u = H$. Nous verrons plus tard une application de ces principes.

APPLICATIONS A LA CONSTRUCTION DES ÉLECTRO-AIMANTS.

Les différentes lois et formules que nous venons d'exposer permettent de résoudre facilement les problêmes dont nous avons parlé au commencement de ce travail, mais, en faisant intervenir toutefois la loi de Muller, relati-

ve à la saturation magnétique qui établit que, *pour développer dans deux électro-aimants la même partie aliquote de leur maximum magnétique, il faut que les intensités des courants qui les animent multipliées par les nombres des tours de spires, soient entre elles comme les puissances* $\frac{3}{2}$ *du diamètre de ces électro-aimants*. Cette loi, du reste, peut se formuler ainsi :

$$\frac{\mathrm{I}\,t}{\mathrm{I}'\,t'} = \frac{\sqrt{c^3}}{\sqrt{c'^3}} \qquad (7)$$

Avec elle, en effet, on comprend facilement qu'il devient possible de calculer les conditions voulues pour qu'un électro-aimant de diamètre donné ou calculé puisse se trouver dans un état de saturation convenable, non seulement pour fournir toute la force dont il est susceptible, mais encore pour que les lois de Jacobi, de Dub et de Muller lui soient applicables. Il suffit pour cela que deux des termes de la proportion précédente soient fournis par l'expérience, et ces données peuvent être obtenues facilement au moyen d'un *électro-aimant type* dont on augmente la puissance magnétique par l'accroissement de l'intensité électrique, jusqu'à ce que l'on trouve entre les forces produites un rapport égal à celui des carrés de ces intensités. Or, d'après les expériences que j'ai faites avec un électro-aimant dont le noyau de fer avait un centimètre de diamètre et l'hélice 200 kilomètres de résistance, électro-aimant qui était interposé sur un circuit de 118,620 mètres, j'ai trouvé qu'on pouvait obtenir le rapport en question, lorsque la pile qui l'animait se composait de 20 éléments Daniell. Comme les conditions de cet électro-aimant étaient connues, il était facile, au moyen des formules qui ont été données précédemment, d'en

établir les constantes, et dès lors je me trouvais avoir un terme de comparaison qui pouvait entrer dans mes calculs. Or nous allons voir comment l'équation précédente, jointe aux équations $t = \frac{m\,c^2}{g^2}$, $H = \frac{2\,\pi\,c^3\,m}{g^2}$, $I = \frac{E}{2\,R}$, $R = H$, a permis de résoudre les problèmes dont nous avons parlé, en ramenant la détermination des valeurs des diamètres c à une simple combinaison des quantités E et R.

En effet, si dans l'équation (n° 7) nous supposons connues les valeurs accentuées, comme se rapportant à l'électro-aimant type, et si on remplace les quantités I et t par leur valeur tirée des conditions de maximum que nous avons discutées, on aura,

$$\frac{\sqrt{c'^3}}{I'\,t'}\,\frac{E\,m\,c^2}{2\,R\,g^2} = \sqrt{c^3},$$

et comme le diamètre g est indéterminé et doit satisfaire d'un côté à $R = H$ et de l'autre à $a = c$, il devra être calculé en fonction de ces deux quantités, et l'équation $R = \frac{2\,\pi\,c^3\,m}{g^2}$ en donnera le moyen; seulement, par cela même que g est indéterminé et par conséquent variable, la quantité R devra être réduite en fonction g, ce qui donne pour g^2 une valeur représentée par $\frac{f\sqrt{2\,\pi\,c^3\,m}}{\sqrt{q\,R}}$.

Or en substituant à g^2 dans l'équation précédente cette dernière valeur, il vient :

$$c = \frac{E}{f\sqrt{R}}\left(\frac{\sqrt{c'^3\,q\,m}}{2\,I'\,t'\sqrt{2\,\pi}}\right)$$

formule dans laquelle la quantité entre parenthèses est une constante qui varie suivant le système de mesure employé, mais qui se rapporte soit à des quantités connues, comme m qui doit être égal à 12, q qui doit être égal à 375000, π qui est égal à 3,1416; soit à des quantités que l'on peut considérer comme données, puisqu'elles se rapportent à l'électro-aimant type dont on connaît les conditions.

D'un autre côté, comme, en effectuant pour la valeur $\frac{\sqrt{c'^3}}{I' t'}$ les mêmes calculs qui ont été faits pour $\frac{\sqrt{c^3}}{I t}$, on arriverait à l'équation

$$c = c' \frac{E}{E'} \frac{\sqrt{R'}}{\sqrt{R}} \frac{f'}{f}$$

et que le rapport $\frac{f'}{f}$ est sensiblement égal à 1, on peut débarrasser la constante du facteur f', et par suite la formule simple donnant la valeur de c devient

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} K, \qquad (8)$$

K ayant une valeur différente, suivant les unités adoptées.

Si E est exprimé par le rapport de la force électromotrice donnée avec celle de l'élément Daniell prise pour unité, et si R est évalué en mètres de fil télégraphique, $K = 0,172175$, et le chiffre que l'on obtient alors représente des fractions de mètre.

En rapportant les valeurs de E et de R au système coordonné des mesures électriques de l'Association bri-

tannique, c'est-à-dire au *volt* ou unité de force électro-motrice qui représente les $\frac{9}{10}$ de la force d'un élément Daniell et à l'*ohm* qui équivaut à 100 mètres de fil télégraphique de 4 millimètres, $K = 0,015937$; et si on estime le diamètre en *mils*, mesure anglaise qui représente des millièmes de pouce, $K = 628,223$. Enfin si on prend pour représentation de la force électro-motrice de l'élément Daniell le chiffre 5973, comme je l'ai souvent fait, $K = 0,0000288$.

Il résulte de la formule précédente des conséquences importantes qui peuvent se traduire ainsi :

1° *Pour des résistances de circuit égales, les diamètres d'un électro-aimant établi dans ses conditions de maximum doivent être proportionnels aux forces électro-motrices.*

2° *Pour des forces électro-motrices égales, ces diamètres doivent être en raison inverse de la racine carrée de la résistance du circuit extérieur, y compris la résistance de la pile.*

3° *Pour des diamètres égaux, les forces électro-motrices doivent être proportionnelles aux racines carrées des résistances des circuits.*

Comme la longueur d'un électro-aimant doit être égale à 12 fois son diamètre et que la grosseur du fil de son hélice, ainsi qu'on l'a vu par l'équation (5), est donnée par la formule

$$g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}}\,0,00020106\ldots} \text{ mètres,}$$

il est facile, au moyen des formules $t = \frac{mc^2}{g^2}$, $H = \frac{2\pi c^3 m}{g^2}$, de connaître le nombre de tours de spires et la longueur

du fil de l'hélice; de sorte que l'on se trouve avoir ainsi, en partant des simples valeurs de E et de R, tous les éléments constituants d'un électro-aimant établi dans ses conditions de maximum par rapport à ces deux données. Quelques exemples numériques suffiront pour montrer l'usage de ces formules.

Supposons qu'on veuille connaître les meilleures dimensions à donner à un électro-aimant devant fonctionner sous l'influence d'un seul élément de Bunsen (moyen modèle), sur un circuit n'ayant guère d'autre résistance que celle de son hélice : on aura

$$c = \frac{1,86}{\sqrt{57}}\ 0,172175 = 0^{m},0424;$$

chacune de ses branches aura donc un diamètre de 4 centimètres un quart et une longueur de 25 centimètres et demi. Le diamètre du fil de son hélice aura $0^{m}004865$ (y compris sa couverture isolante), $0^{m}00336$ sans cette couverture, et la longueur du fil sera 243 mètres; sa force attractive à un millimètre sera 23 kil. 112 gr.

Supposons maintenant que cet électro-aimant doive être interposé sur une ligne de 100 kilomètres, laquelle, avec la résistance de la pile qui devra l'animer et qui se composera de 20 éléments Daniell, constituera un circuit de 118620 mètres de résistance, on aura

$$c = \frac{20}{\sqrt{118620}}\ 0,172175\ldots = 0^{m},01,$$

ou, en partant des unités anglaises,

$$c = \frac{21^{v},58}{\sqrt{1186\ \text{Oh.}}}\ 0,015957\ldots = 0^{m},01.$$

Chacune des branches aura donc 1 centimètre de diamètre et 6 centimètres de longueur ; le diamètre de son fil sera 0m0002597 avec sa couverture, 0,0001583 sans cette couverture, et la longueur de ce fil sera 116m. La force attractive sera 26,85 gram. Ces différentes formules montrent pourquoi les électro-aimants, qui doivent être interposés sur de longs circuits, doivent avoir de petites dimensions et être enroulés de fil fin, et pourquoi au contraire ils doivent en avoir de très-fortes quand le circuit est court et que la pile fournit de l'électricité de quantité.

Les dimensions que je viens d'indiquer pour l'électro-aimant, en rapport avec l'élément Bunsen, pourront paraître un peu fortes à beaucoup de personnes; pourtant elles le seraient encore plus si on avait voulu demander au fer une moindre saturation magnétique. Ainsi un électro-aimant tubulaire dont le diamètre était 10 centimètres, la longueur de chacune des branches 30 centimètres et l'épaisseur du tube 1 centimètre, a pu porter, même sans l'addition d'un bouchon de fer aux extrémités polaires, un poids de 160 kilog., sous l'influence d'un seul élément Bunsen et d'une hélice en fil de cuivre de 4 millimètres de diamètre (non compris la couverture isolante) n'ayant qu'une longueur de 182 mètres et ne fournissant que 482 spires. Or avec un électro-aimant ordinaire de 2 centimètres de diamètre enroulé avec un fil de cuivre de 1 millimètre, je n'avais jamais pu obtenir avec le même élément de Bunsen, plus de 12 kilog. de force attractive au contact.

Les formules précédentes permettent la solution facile de beaucoup de problèmes qui se présentent fréquemment dans les applications électriques, et particulièrement de calculer directement la force de la pile et les dimensions d'un électro-aimant pour fournir sur un circuit de

résistance donnée une force attractive donnée. Il est en effet facile de démontrer, d'après ces formules, que pour *une force électro-magnétique donnée* et avec des électro-aimants *convenablement disposés, les forces électro-motrices des piles qui doivent les animer, doivent être proportionnelles aux racines carrées des résistances du circuit extérieur*, et on peut même par leur intermédiaire arriver à obtenir une valeur représentative de la force attractive électro-magnétique en fonction de ces forces électro-motrices elles-mêmes et de la résistance des circuits.

En effet l'expression $I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}}$ peut être convertie, par des substitutions successives dans les valeurs de I, de t et de c (1), en

(1) Ces transformations sont les suivantes :

Valeur de I^2. | $I^2 = \dfrac{E^2}{4\, R^2}$.

Valeur de t^2. | $t^2 = \dfrac{E \sqrt{R}}{f^2}$ 123903.

Valeur de $I^2\, t^2$. | $I^2\, t^2 = \dfrac{E^3}{f^2\, R^{\frac{3}{2}}}$ 30976.

Valeur de $c^{\frac{3}{2}}$. | $c^{\frac{3}{2}} = \dfrac{E^{\frac{3}{2}}}{R^{\frac{3}{4}}}$ 0,07195.

Valeur de A. | $I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}} = \dfrac{E^{\frac{9}{2}}}{f^2\, R^{\frac{9}{4}}}$ 2228.

$$\frac{E^{\frac{9}{2}}}{R^{\frac{9}{4}}} \frac{Q}{f^2} \tag{9}$$

formule dans laquelle Q est une constante égale à 2228 si on suppose la force électro-motrice estimée en fonction de celle de la pile de Daniell prise pour unité et en admettant les résistances estimées en mètre de fil télégraphique. Or, pour une même force attractive, on arrive au rapport

$$\frac{E^{\frac{9}{2}}}{E'^{\frac{9}{2}}} = \frac{R^{\frac{9}{4}}}{R'^{\frac{9}{4}}} \text{ ou } \frac{E}{E'} = \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{R'}}$$

Comme dans les valeurs E et R figurent les nombres $n\,n'$ des éléments employés, on peut aisément calculer ces nombres, connaissant les valeurs des constantes e et P de l'élément qu'on emploie, car l'on a, en partant de l'équation précédente,

$$\frac{n\,e}{n'\,e'} = \frac{\sqrt{n\,\rho + r}}{\sqrt{n'\,\rho' + r'}}$$

et si les quantités accentuées se rapportent à celles de l'électro-aimant type qui sont connues, il devient facile de déduire de l'équation précédente la valeur de n. Ce n'est qu'une inconnue du second degré.

Pour obtenir la solution du problème dont nous avons parlé en commençant et dans lequel la force électro-magnétique est donnée en poids, il suffira de considérer que la formule $\frac{E^{\frac{9}{2}}}{R^{\frac{9}{4}}} \frac{Q}{f^2}$ ne peut exprimer cette force

que nous appellerons P, qu'en affectant cette dernière valeur par un coefficient de relation K qui représentera un rapport $\frac{F'}{P'}$ déduit des données de l'électro-aimant type et qui a pour valeur, pour une attraction à 1 millimètre, $\frac{0{,}002297}{26{,}85}$ soit 0,00008555; on remarquera que la quantité F' dans ce rapport, représente, pour l'électro-aimant type, la formule $I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}}$ ou son équivalent. Il en résulte donc qu'en posant

$$\frac{n\, e^{\frac{9}{2}}}{(n\,\rho + r)^{\frac{9}{4}}}\, \frac{Q}{f^2} = P\, K$$

on pourra déduire facilement la valeur de ne, qui sera

$$ne = \sqrt{n\,\rho + r}\ \sqrt[3]{\sqrt[3]{\frac{f^4\, P^2\, K^2}{Q^2}}}$$

et si on réunit les deux constantes Q et K en une seule et qu'on la fasse sortir du radical, il vient

$$\frac{n^2\, e^2}{n\,\rho + r} = \left(0{,}0225\ \sqrt[3]{\sqrt[3]{f^4\, P^2}}\right)^2. \qquad (10)$$

En représentant par A la quantité entre parenthèses qui peut être aisément calculée, on obtient :

$$n = \frac{A^2\,\rho}{2\, e^2} + \sqrt{\left(\frac{A^2\,\rho}{2\, e^2}\right)^2 + \frac{A^2\, r}{e^2}} \qquad (11)$$

Les valeurs de ne et de $n\rho$ étant ainsi déterminées, il devient facile de calculer les dimensions de l'électro-aimant au moyen des formules qui ont été déjà données.

Un exemple fera mieux comprendre ce systéme de calcul. Supposons que l'on veuille avoir une force attractive (à un millimètre) de 273 grammes sur un circuit de 50 kilomètres avec une pile à bichromate de potasse à sable et à écoulement constant (système Chutaux). Dans cette pile la valeur de e est à peu près 2 (celle de l'élément Daniell étant 1) et la valeur de ρ est environ 1000 mètres de fil télégraphique. D'après notre formule on aura donc

$$A = 0{,}0225 \sqrt[3]{\sqrt[3]{1{,}37^4 + 273^2}} = 0{,}09 \text{ et } A^2 = 0{,}0081$$

$$\text{et } n = \frac{8{,}1}{8} + \sqrt{\left(\frac{8{,}1}{8}\right)^2 + \frac{0{,}0081 \times 50000}{4}} = 11{,}125$$

$$\text{d'où } c = \frac{11{,}125 \times 2}{\sqrt{61125}}\ 0{,}173 = 0^{m}{,}01553,$$

Ce qui donne pour longueur de chaque bobine	$0^{m},0932$
pour diamètre du fil avec sa couverture...	$0^{m},0003894$
pour diam. du même fil sans sa couvert^{re}...	$0^{m},0002842$
pour longueur du dit fil	1861^{m}
pour le nombre des tours des spires.....	19078
pour l'intensité du courant	0,0001859
et pour valeur de $c^{\frac{3}{2}}$	0,001935

En élevant au carré les valeurs de I et de t et en multipliant par $c^{\frac{3}{2}}$, il vient 0,0243778517 qui représente la force électro-magnétique, et cette valeur comparée à celle de l'électro-aimant type qui est de 0,002297, donne le

rapport 10,6 qui est bien voisin de celui des deux poids 273 et 26,85 représentant les forces attractives en grammes, surtout si l'on considère que certains chiffres ont été forcés et des décimales négligées pour simplifier les calculs.

Dans les calculs qui précèdent, la résistance du circuit extérieur est supposée assez grande pour qu'on soit assuré que la pile qui doit être adoptée doit avoir tous ses éléments disposés en tension; mais quand cette résistance est assez petite pour faire supposer que l'on aurait avantage à grouper ces éléments en séries, le calcul se trouve un peu modifié. Il peut se présenter alors deux cas : ou la résistance r est nulle ou elle est seulement plus petite que nr. Dans le premier cas il devient impossible d'obtenir les valeurs individuelles des quantités a et b qui représentent, la première le nombre des séries, la seconde le nombre d'éléments de chaque série; car, la résistance intérieure de la pile (qui est alors représentée par $\frac{a}{b}\rho$) et la résistance H de l'hélice étant alors deux quantités indéterminées qui doivent être égales l'une à l'autre, on peut leur donner indifféremment telle valeur que l'on désire, entre les limites bien entendu où le nombre des éléments en tension comprend l'ensemble de tous les éléments de la pile et où le nombre des éléments en quantité se trouve être dans le même cas (1); mais on peut obtenir la valeur ab ou le nombre total n des éléments au moyen des formules précédentes, qui donnent dans ces conditions

(1) On peut facilement se convaincre de cette déduction par les calculs suivants :

D'après ce que l'on a vu, la force attractive d'un électro-

$$ab = \frac{\rho}{e^2}\, 0{,}000506 \sqrt[3]{\sqrt[3]{P^4 f^8}}$$

ou $$ab = \frac{\rho}{e^2} \left(0{,}0225 \sqrt[3]{\sqrt[3]{P^2 f^4}}\right)^2. \qquad (12)$$

Dans ces conditions, la valeur de c est déterminée et donnée par la formule

$$c = \frac{e\sqrt{ab}}{\sqrt{\rho}}\, 0{,}173. \qquad (13)$$

Dans le second cas, comme pour satisfaire aux condi-

aimant peut être représentée par I^2 H, et dans le cas des piles disposées en séries, cette expression devient

$$A = \frac{a^2 E^2 H}{\left(\frac{a}{b}\rho + H\right)^2} = \frac{a^2 E^2 H}{4\frac{a^2}{b^2}\rho^2}.$$

Supposons que nous ayons 24 éléments à la pile et que la résistance de chacun de ces éléments soit de 12 mètres, alors que leur force électro-motrice totale sera représentée par 1 ; quand tous les éléments seront disposés en tension, on aura

$$A = \frac{1 \times 288}{4 \times 12^2} = 0{,}5;$$

quand tous les éléments seront disposés en quantité, on aura

$$A = \frac{24^2 \times 1 \times 0{,}5}{4 \times 12^2} = 0{,}5,$$

quand tous les éléments seront répartis en séries égales avec $a = b$, on aura

$$A = \frac{24 \times 1 \times 12}{4 \times 12^2} = 0{,}5;$$

toutes valeurs identiques.

tions de maximum par rapport à l'électro-aimant, sa résistance doit être égale à $\frac{a}{b}\rho + r$, et que pour obtenir la valeur minima de la résistance du circuit simple $\left(\frac{a}{b}\rho + r\right)$ correspondante au maximum de la valeur de I, résistance sur laquelle est basée celle de l'électro-aimant, il faut que $\frac{a}{b}\rho = r$, on pourra déterminer les quantités a et b du moment où l'on connaîtra ab ou n, et cette quantité est déterminée par l'équation précédente (n° 12) dans laquelle le second membre est multiplié par 2, puisque $\frac{a}{b}\rho + r$ devient alors égal à $2\frac{a}{b}\rho$. Dès lors on a

$$a = \sqrt{\frac{nr}{\rho}} \text{ et } b = \sqrt{\frac{n\rho}{r}} \text{ ou } \frac{n}{a}.$$

Si au lieu d'un circuit simple, on considère un circuit soumis à un nombre x de dérivations issues des pôles mêmes de la pile, comme ce cas se présente fréquemment dans les applications électriques, et que sur ces dérivations soient interposés des électro-aimants de même résistance et de mêmes dimensions, l'intensité du courant sur chaque dérivation aura pour valeur $\frac{a\,\mathrm{E}}{x\frac{a}{b}\rho + \mathrm{H}}$ ou $\frac{b\mathrm{E}}{2x\rho}$, et la valeur de ab ou n sera la même que dans le cas le plus simple, mais multipliée par x.

Admettons, par exemple, que l'on veuille obtenir séparément de la part de 6 électro-aimants directement mis en rapport avec la pile, une force de 200 grammes

en employant une pile à sable de Chutaux. Le nombre total ab des éléments sera donné par la formule

$$ab = \frac{6 \times 1000}{4} 0{,}000506 \sqrt[3]{\sqrt[3]{200^4 \times 1{,}4^8}} = 10{,}778$$

soit 11 éléments ; mais comme 11 éléments ne peuvent être groupés en séries, nous supposerons que la pile devra se composer de 12 éléments. Avec ce nombre la pile pourra être disposée en trois éléments de surface quadruple ou en deux éléments de surface sextuple, mais dans tous les cas on aura

$$c = \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{1000 \times 6}} \times 2 \times 0{,}173 = 0^{m}{,}0153$$

et par conséquent la longueur de chaque branche de l'électro-aimant sera de 0,0918 soit de 10 centimètres ; or voici les valeurs des quantités g, t, I, etc. que l'on obtiendra dans les deux cas.

1° Dans le cas où $a = 3$ et $b = 4$:

$g^2 = 0{,}000000560075$; $g = 0{,}0007484$; $\frac{g}{f} = 0{,}0005346$

H = 482 mètres.

$t = 5015$; $t^2 = 25150225$.

$I = 0{,}000666$; $I^2 = 0{,}000000443556$.

$c^{\frac{3}{2}} = 0{,}001892$.

$I^2 t^2 = 11{,}155533$; $I^2 \; t^2 \; c^{\frac{3}{2}} = 0{,}021084$.

A = 247 grammes.

2° Dans le cas où $a = 2$ et $b = 6$:

$g^2 = 0{,}00000083986$; $= g \; 0{,}000916$; $\frac{g}{f} = 0{,}0006543$.

H = 321 mètres.

$t = 3345$; $t^2 = 11189025$.
$I = 0{,}001$; $I^2 = 0{,}000001$.
$c^{\frac{3}{2}} = 0{,}001892$.
$I^2\, t^2 = 11{,}189025$; $I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}} = 0{,}0211686353$.
$A = 247$ grammes.

On verra à l'instant les conséquences qui peuvent résulter de l'application ou de la non-application de ces formules; mais, pendant que nous en sommes au problème de la détermination de la force électrique à donner à un électro-aimant pour lui faire fournir une force donnée P, nous devrons examiner le cas où les dimensions d'un électro-aimant étant données ainsi que les éléments de sa construction, on veut déterminer le nombre d'éléments et l'arrangement de la pile les plus convenables pour obtenir avec cet électro-aimant la force donnée P sur chacune des x dérivations issues de la pile.

D'après les indications qui sont alors fournies, la quantité H dans l'équation $I = \dfrac{a E}{x \frac{a}{b} \rho + H}$ est connue, et l'on sait que, pour les conditions de maximum, $x \frac{a}{b} \rho$ doit être égal à H. D'un autre côté, on sait que l'on doit avoir

$$I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}} = P K$$

et comme les quantités t^2 et $c^{\frac{3}{2}}$ peuvent être aisément calculés puisque c est donné, la valeur I peut être déduite de l'équation précédente qui donne

$$I = \sqrt{\frac{P K}{t^2\, c^{\frac{3}{2}}}}$$

Dès lors on a

$$a = \frac{2\,I\,H}{E} \quad \text{et} \quad b = \frac{a\,x\,\rho}{H}.$$

On va voir maintenant l'importance de l'arrangement rationnel des éléments de la pile dans le cas qui nous occupe.

Supposons que deux électro-aimants de petites dimensions ayant chacun 2200 mètres de résistance en fil n° 16 soient appliqués directement à une pile de Daniell de 8 éléments disposés en tension. L'expérience montre que la force obtenue pour chacun d'eux sera 70 grammes à une distance d'attraction de 1 millimètre. Par conséquent, la force totale qu'ils développeront à eux deux sera 140 grammes. Or, si au lieu de deux électro-aimants on n'en emploie qu'un seul, cette force sera 200 grammes. On perd donc à l'emploi de deux électro-aimants 60 grammes de force, et pourtant les deux électro-aimants sont mis directement en rapport avec les pôles de la pile. On pourrait croire au premier abord à quelque défaut dans les communications électriques, mais nous allons voir le calcul indiquer qu'il doit en être ainsi.

En effet, en appliquant les formules d'Ohm aux deux cas, on trouve :

1° que dans le cas d'un seul électro-aimant, l'intensité du courant a pour valeur, en représentant la force électromotrice de la pile de Daniell par 5973, la quantité 4,95.

2° que dans le cas où les deux électro-aimants constituent les deux dérivations, cette intensité est représentée par 2,79.

Les forces de ces électro-aimants dans ces deux dispositions seront donc entre elles comme les carrés des

deux quantités 4,95 et 2,79, et si l'on admet que la force de l'électro-aimant placé dans le circuit simple soit 200 gr., la force des deux autres sera donnée par la formule

$$\frac{2,79^2 \times 200}{4,95^2} \text{ soit } 64 \text{ gr.};$$

par conséquent la force simultanée des deux électro-aimants sera 128 gr. au lieu de 200 qu'un seul pouvait fournir. C'est un résultat encore plus marqué que celui fourni par l'expérience.

Cet effet est la conséquence de ce que la disposition de la pile qui n'est déjà pas en rapport avec la résistance du circuit extérieur, puisque sa résistance est près de quatre fois plus grande que cette dernière, l'est encore moins par rapport au circuit constitué par les deux dérivations. En effet, la formule $\frac{n E}{2 n \rho + H}$ qui représente dans ce cas l'intensité du courant sur chaque dérivation et qui, dans le cas d'une pile disposée en séries, donne pour conditions de maximum $2 \frac{a}{b} \rho = H$, ou $\frac{a}{b} \rho = \frac{H}{2}$, montre que dans ce cas la résistance de la pile doit être moitié de celle de chaque circuit. En conséquence, le nombre a des éléments en tension devra être fourni par la formule $a = \sqrt{\frac{n H}{2 \rho}}$ qui, dans le cas qui nous occupe, donne $a = \sqrt{\frac{8 \times 2200}{2 \times 931}} = 3.074$. Comme on ne peut fractionner un élément de pile et que les accouplements exigent des nombres qui soient des diviseurs parfaits de n, la combinaison voltaïque qui répondra le mieux à ces conditions de maximum sera celle dont les éléments

séparés et combinés se rapprocheront le plus de a, de b et de n, et nous voyons que dans le cas qui nous occupe, c'est celle qui comprendrait 3 éléments en tension composés chacun de trois éléments en quantité, qui conviendrait le mieux. Or, dans ces conditions, la force attractive de l'électro-aimant unique serait 267 gr. et celle des deux électro-aimants réunis 316 gr. On gagne donc alors à employer deux électro-aimants.

On voit par là combien il est important que le calcul précède la construction des électro-aimants et l'organisation de la pile dans les applications électriques, et combien celles-ci gagneraient à ce que la théorie que nous exposons aujourd'hui fût bien ancrée dans l'esprit des constructeurs.

Il ne faudrait pas croire que, pour rester dans de bonnes conditions de saturation magnétiqne et conserver une même force à un électro-aimant, on dût faire varier ses dimensions suivant la résistance du circuit extérieur : on peut dans certaines applications conserver très-bien un même type d'électro-aimant, à la condition de faire varier la force de la pile qui l'anime et la grosseur du fil de son hélice magnétisante. En effet, puisque la force électro-motrice de la pile employée, pour un même diamètre d'électro-aimant et pour une même force électro-magnétique, est proportionnelle à la racine carrée de la résistance extérieure du circuit, on peut conclure que si on augmente la force électro-motrice E dans un pareil rapport, alors que la résistance du circuit s'accroîtra, on pourra conserver à un électro-aimant le même diamètre et la même force. Conséquemment, si au lieu d'interposer notre électro-aimant type de 1 centimètre de diamètre sur un circuit de 100 kilomètres, nous l'introduisons sur un circuit de 400 kilomètres avec un nombre double

d'éléments, nous aurons à peu près un même effet produit. Mais il faudra que le diamètre du fil change, car celui-ci varie pour un même diamètre d'électro-aimant en raison inverse de la racine quatrième de la résistance du circuit extérieur. Il faudra donc, dans l'exemple que nous citons, que ce diamètre soit à $0^m,0001583$ (diamètre du fil de l'électro-aimant type) comme $\sqrt[4]{100000} : \sqrt[4]{400000}$ ou comme 17.8 : 25,1 ce qui le porte à 0,000112 ; on voit par là qu'on peut conserver, sans inconvénient, aux relais télégraphiques des dimensions assignées.

Nous avons dit précédemment qu'en augmentant du double le nombre des éléments de la pile on obtiendrait *à peu près* la même force sur un circuit de 400 kilm. que sur un circuit de 100 k. Ce mot *à peu près* est bien à sa place ; car, comme dans la résistance d'un circuit figure la résistance de la pile et que celle-ci varie avec le nombre d'éléments employés, la résistance du circuit, dans l'exemple que nous avons choisi, n'est pas 400 kilomètres, mais 437240 mètres ; or ce nombre n'est pas exactement égal à 4 fois 118620 mètres, qui représente la résistance du 1er circuit ; il est moindre, et en conséquence, pour obtenir exactement le même effet dans les deux cas, il faudrait que la pile de 20 éléments fût portée à 38,4 éléments, soit à 39 éléments au lieu de 40.

CONCLUSIONS PRATIQUES.

Les conclusions pratiques du travail qui précède peuvent êtres résumées de la manière suivante :

1°. Sur un circuit isolé et dans un état magnétique voisin de celui correspondant au point de saturation, l'hélice magnétisante d'un électro-aimant doit avoir une

épaisseur égale au diamètre des noyaux magnétiques qu'elle enveloppe. Sa résistance totale, c'est à dire celle des deux bobines, doit être *égale à celle du circuit extérieur*, et la longueur de chacune de ses branches doit être *égale à six fois son diamètre.*

2°. Sur un circuit soumis à des dérivations, comme un circuit télégraphique, les conditions de bonne construction sont les mêmes que celles qui précèdent, mais en supposant que la résistance du circuit extérieur, sur laquelle est basée la résistance des hélices, est représentée par la résistance *totale* de ce circuit *avec ses dérivations*, et en admettant que cette résistance totale est considérée comme *si la pile était substituée à l'électro-aimant dans le circuit.*

3°. Lorsque les circuits dérivés, dans lesquels sont introduits les électro-aimants, ont une faible résistance et que l'on est dans la possibilité de disposer la pile comme il convient, cette pile doit être combinée de manière à fournir une résistance intérieure égale *à la résistance totale de toutes les dérivations.*

4°. Lorsqu'au lieu d'un électro-aimant introduit sur l'une des dérivations, chaque dérivation en possède un particulier, dont la force doit être la plus grande possible, la résistance de ces électro-aimants, au lieu d'être individuellement moins grande que celle de la dérivation métallique sur laquelle il est interposé, *doit être au contraire plus grande* dans le rapport du nombre des dérivations, si elles sont toutes d'égale résistance, et dans un rapport qui peut être aisément calculé, si elles sont de résistance différente, et ce rapport pour deux dérivations conduit à l'équation

$$\mathrm{H} = \frac{a\,\mathrm{R}\,n}{nb - a\,\mathrm{R}}.$$

5°. Pour calculer les dimensions d'un électro-aimant dans ses conditions de maximum par rapport à une force électro-motrice donnée et à un circuit extérieur également donné, on commence par en calculer le diamètre c au moyen de la formule

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}}\, 0,173.$$

Dès lors b ou la longueur de chaque branche devient égale à 6 c, et le diamètre du fil recouvert de sa couverture isolante est donné par la formule

$$g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}\, 0,00020106}}$$

et il suffit de diviser par f, c'est-à-dire par 1,4 ou 1,6, suivant que le fil est de moyenne grosseur ou du fil très-fin, pour obtenir ce diamètre dépourvu de sa couverture isolante.

Le nombre des tours de spires est donné par la formule $\frac{12\, c^2}{g^2}$ et la longueur du fil de l'hélice par $\frac{75,4\, c^3}{g^2}$.

Pour en calculer la force à 1 millimètre de distance attractive et l'obtenir en grammes, on a la formule

$$P = \frac{I^2\, t^2\, c^{\frac{3}{2}}}{0,0000855}$$

et dans cette formule la valeur de I est égale à $\frac{E}{2\,R}$.

6°. Pour calculer la force à donner à une pile et les dimensions d'un électro-aimant pour fournir une force donnée P à une distance attractive de 1 millimètre, on

commence par calculer le nombre n des éléments de la pile au moyen de l'équation

$$n = \frac{A^2 \rho}{2\, e^2} + \sqrt{\left(\frac{A^2 \rho}{2\, e^2}\right)^2 + \frac{A^2 r}{e^2}}$$

dans laquelle la quantité A est donnée par la formule

$$A = \left(0{,}0225 \sqrt[3]{\sqrt[3]{f^4 P^2}}\right)^2.$$

La valeur de n étant connue, les quantités E et R se trouvent obtenues, et le problême se trouve ramené au cas précédent.

7° Si la résistance r est assez petite pour que l'on ait avantage à disposer la pile en séries, c'est-à-dire à la composer de plusieurs groupes dont les éléments sont réunis en quantité, on obtient la valeur du nombre total des éléments $a\, b$ au moyen de la formule

$$ab = \frac{2\, \rho}{e^2} \left(0{,}0225 \sqrt[3]{\sqrt[3]{P^2 f^4}}\right)^2,$$

qui se trouve divisée par 2, si r est nul, et multipliée par x, si on a un nombre x de dérivations égales sur chacune desquelles est interposé un électro-aimant.

Dans ces différents cas la valeur de c est donnée par l'équation

$$c = \frac{e \sqrt{ab}}{\sqrt{\rho}}\, 0{,}173$$

ρ se trouvant multiplié par x dans les cas des dérivations.

Quand r n'est pas nul, cas auquel correspond l'avant-

dernière équation, la valeur de b, c'est-à-dire le nombre des éléments en quantité composant chaque groupe, est donnée par la formule $b = \sqrt{\frac{nr}{r}}$, et le nombre des groupes qui sont alors disposés en tension, par la formule

$$a = \sqrt{\frac{nr}{\rho}}.$$

8° Pour calculer la force d'une pile et son meilleur arrangement avec un électro-aimant donné, pour fournir une force donnée P, on calcule d'abord la valeur de I à l'aide de la formule

$$I = \sqrt{\frac{P \times 0{,}0000855}{t^2 \times c^{\frac{3}{2}}}}.$$

Dès lors on a

$$a = \frac{2\,I\,H}{E} \quad \text{et} \quad b = \frac{a\rho}{H} \text{ ou } b = \frac{a x \rho}{H}$$

si on a x dérivations égales.



CORRESPONDANCE

de BROUSSONET avec ALEX. DE HUMBOLDT

AU SUJET DE L'HISTOIRE NATURELLE DES ILES CANARIES

COMMUNICATION FAITE

PAR

Mr. C. ROUMEGUÈRE,

Membre correspondant de la Société.

J'ai retrouvé dans les nombreux documents inédits laissés par Durand, autrefois conservateur des collections botaniques de la Faculté de médecine de Montpellier, deux lettres autographes intéressantes des premiers voyageurs naturalistes qui explorèrent à la fin du siècle dernier les îles Canaries, Broussonet et de Humboldt (1).

(1) L'étude de Durand, qui n'a jamais vu le jour, est dédiée au sénateur comte Chaptal, parent de Broussonet; elle a pour titre : *Voyage de M. Broussonet aux îles Canaries* ou *Essai sur l'histoire naturelle de l'ancienne Atlantide.* Un 2e mémoire de Durand rédigé sur les manuscrits de Broussonet concerne *l'Histoire naturelle de l'Empire du Maroc.* Un 3e, qui peut servir d'introduction aux deux premiers, est consacré à la vie de ce savant. Durand, contemporain de Broussonet et son ami, placé au jardin botanique de Montpellier par l'influence de Chaptal

Humboldt obtint, en 1799, du Gouvernement espagnol la permission d'explorer dans toute leur étendue les possessions extra-européennes de l'Espagne, et débuta par la visite des îles Canaries. Cette première exploration précéda les voyages bien plus longs et bien plus importants de Humboldt et de Bonpland aux régions équinoxiales du nouveau continent, dans lequel ces savants intrépides touchèrent presque à la limite extrême de la vie, au point culminant de la terre, et enrichirent la science plus qu'aucun voyageur ne l'avait fait avant eux. Humboldt recueillit des faits nouveaux ou nouvellement

qui voulut associer sa collaboration aux travaux du nouveau directeur de cet établissement, contredit l'opinion de ses biographes, touchant les motifs qui obligèrent Broussonet à abandonner l'Espagne pour se réfugier au Maroc. « Il faudrait, dit-il, vouer à l'exécration ces français fugitifs, que M. Cuvier (Éloge prononcé à l'Institut le 4 janvier 1808) représente comme acharnés à poursuivre un compatriote infortuné, sans appui, sans ressources et dénué de tout. Par bonheur pour l'humanité, ajoute Durand, de tels monstres n'ont jamais existé. Ceux à qui l'on fait jouer gratuitement un rôle si odieux, loin de chercher à nuire à M. Broussonet, ont compati à ses malheurs, et plusieurs d'entre eux se sont empressés de lui être utiles ! » Durand dit plus loin : « Un autre éloge historique, prononcé postérieurement devant la Faculté de médecine de Montpellier, le 4 janvier 1809, par un orateur qui sans avoir connu Broussonet particulièrement, avait éprouvé quelques marques de sa bienveillance, est un mélange de faits hasardés ou faux, tirés en partie du premier éloge, d'où il résulte que le second panégyrique est tout aussi erroné que le premier, tant il est vrai de dire que la vérité a de la peine à percer.... » Durand termine ainsi sa péroraison : « Je vais tracer ici l'histoire fidèle de sa vie, moins pour rétablir la vérité des faits étrangement dénaturés dans les éloges de Cuvier et de De Candolle, que pour exhaler mes regrets sur la perte d'un ami aussi recommandable par ses talents que par les qualités du cœur. »

vérifiés, des observations précieuses dont la divulgation allait remplir l'attention du monde savant. Mais avant de publier son *Essai* sur la géographie des plantes, qui parut à Paris en 1807, Humboldt eut recours aux lumières de Broussonet, qu'un égal amour de la science avait conduit, quelques années auparavant, sur les cratères des îles Canaries.

La lettre inédite de Humboldt, par sa forme modeste et élogieuse, fait autant d'honneur au savant étranger qui l'écrivit, qu'au savant français qui la reçut. Le chambellan du roi de Prusse dit au professeur de Montpellier avec une naïveté aimable, « j'ose implorer vos conseils » et les affirmations qu'il donne à celui qui va être son correspondant sur sa « course très-rapide à la cime du Pic », sur l'absence de la neige expliquée pour lui par la chaleur du Pic lui-même, (« en juillet 1799 dit-il, je trouvais le cône si chaud..... ») ont une importance réelle, que l'on doit tirer de la date de la lettre d'abord, puis du caractère intime d'une correspondance qui n'était pas destinée à la publicité, pour éclairer un fait du voyage de Humboldt demeuré obscur jusqu'à ce moment, même pour les érudits.

Lorsque Léopold de Buch publia en 1825 la *Description physique des îles Canaries*, on remarqua dans les narrations de cet auteur, des détails sur la forme du sommet du Pic de Ténériffe tellement différents de ceux qu'on disait avoir été recueillis par Humboldt, qu'une telle contradiction accrédita le bruit « que c'était par inadvertance qu'on en trouvait la description dans ses ouvrages. » Cette conclusion appartient à un savant très-respectable, Bory de Saint-Vincent qui avait aussi visité les îles Canaries en 1798 et qui publia plus tard, sous le titre d'*Essais*, l'histoire physique de ces îles volcaniques. Bory de Saint-

Vincent n'hésita pas à écrire et à publier en 1828, dans l'*Encyclopédie méthodique,* que « Don Lasca, gouverneur de Ténériffe lors du séjour de l'expédition Baudin (peu de temps après le passage de MM. Humboldt et Bonpland), assura, en présence de témoins, à M. Hamelin, alors second de l'expédition, *que le savant prussien n'avait pas fait l'ascension dont les journaux français célébrèrent la relation.* » Et cependant le document de 1806, resté dans les mains de Broussonet, témoigne que Humboldt a dû réellement parvenir au sommet du pic puisqu'il précise la chaleur du cône en l'absence de toute couche de neige. Là, est jusqu'à un certain point la réfutation du témoignage hazardé sans doute de Don Lasca. Il est possible encore de voir dans l'aveu que fait Humboldt de bonne foi, touchant sa « course très-rapide à la cime du pic », l'explication de l'exactitude plus parfaite des détails fournis sur le même sujet par M. de Buch.

Voici la lettre de Humboldt à Broussonet :

Berlin, le 14 février 1806.

« La bienveillance dont M. votre frère a daigné m'honorer jadis à mon passage en Espagne, et l'extrême amabilité avec laquelle vous traitez tous ceux qui ont le bonheur de vous approcher, me font espérer que vous voudrez bien excuser la liberté que je prends de vous adresser ces lignes. J'ose implorer vos conseils sur quelques objets de l'histoire naturelle des Canaries, que personne en Europe ne connaît aussi profondément que vous, et sur lesquels je crains de me hasarder en publiant la relation de mon voyage. Vous sentez bien qu'ayant fait une course très-rapide à la cime du pic, et n'ayant séjourné que très-peu de jours dans ces îles fortunées, sur les-

quelles tout le monde se croit en droit d'écrire sans en connaître rien, je n'irai pas m'aventurer en de longues discussions sur des choses que j'ai très-mal vues. Mais il y a quelques questions qui ont pour moi un intérêt géologique général et sur lesquelles j'oserai vous prier de me dire deux mots. J'avais d'abord envie d'écrire à Chaptal, à Brongniart ou à d'autres de vos amis pour me faire recommander à vos bontés; mais j'ai pris courage et je fais un assaut direct. »

» 1° J'ai vu près de la maison de M. Little, des pierres calcaires semblables à la pierre calcaire du Jura. On me dit alors (1799) qu'on la tirait d'une carrière de la *Rambla*. M. Deluc, depuis, a nié ce fait, et prétendu que dans toute l'île de Ténériffe il n'y avait pas d'autres roches que celles produites par le feu volcanique, et que la pierre y est inconnue. Me suis-je trompé ? Cependant, des Islenos, au Mexique, m'ont assuré que dans la Montana de Roxas, près d'Adexa, il y a une carrière de pierre calcaire que l'on exploite. Viera parle de « las Caleras de San Juan de la Rambla », et dit que la pierre calcaire y contient des pétrifications de végétaux, de coquilles et de poissons. A lire sa description, on se croit transporté au Monte Bolca. Viera parle aussi de la pierre calcaire avec des Buccinites, près de la Candelaria. Daignez me dire si vous avez vu de ces pierres calcaires, ou si peut-être ce ne sont que de ces tufs calcaires que l'on trouve aux environs des volcans ? Ce que je vis était, non du tuf, mais de la pierre calcaire compacte secondaire, gris blanchâtre. »

» 2° Connaissez-vous, dans tout le groupe des Iles Canaries, quelque roche primitive, granite, schiste micacé ou schiste primitif, ardoise, quelque roche non volcanique ? Dans la Grande Canaria il y a, je crois, de grandes montagnes calcaires. »

» 3° M. de Borda n'a-t-il pas imprimé la hauteur de la Laguna (de la ville)? Ne serait-elle pas de 500 toises au-dessus de la surface de la mer ? »

» 4° Les navigateurs disent que la Cime du Pic se couvre de neige. En juillet 1799, je n'en vis point, et même je trouvai le Cône si chaud, que je ne conçois presque pas comment la neige peut se conserver sur le cône du Pic. »

» 5° La température moyenne de Naples est de 14° R ; celle des Iles St-Domingue 21° ; à l'Orotava serait-elle au-dessous de 17° ? Mais peut-être n'a-t-on jamais observé assez longtemps quel est bien le *minimum* de température à Santa-Cruz et à l'Orotava ? Je crois qu'il tombe de la neige dans les rues de la Laguna ; en aurait-on vu à l'Orotava ? »

» 6° M. Lichtenstein a fait imprimer en Allemagne que vous lui aviez dit qu'il existait dans toute l'île de Ténériffe un seul Guanche, tout basané, et que les crânes des Guanches ressemblaient aux crânes Egyptiens. Or, Cuvier prétend que, parmi les Momies, on découvre en Egypte les deux races, l'Ethyopienne d'Osyris, et la blanche caucasienne de Typhon. Avez-vous trouvé une conformation des nègres aux Guanches, comme au Sphinx, ou ne peut-on rien hazarder là-dessus ? »

« 7° La géographie des plantes est ma belle passion. Le Pic a 1,900 toises de hauteur. Je crois avoir trouvé le *Viola decumbens* encore à 1,800 toises. Votre mémoire vous fournirait-elle à peu près à quelle hauteur vont les arbres, où commence cette zône des *Erica* et des Fougères, et puis le *Spartium*. En général, me nommerez-vous, non les plantes rares, mais une douzaine d'arbres qui constituent les forêts des Canaries? Quelles sont les espèces de Chênes, de Sapins, de Lauriers.... »

» 8° A-t-on, en ce siècle, vu fumer ou luire le cratère du Pic, celui de la Cime ? aucun volcan des autres îles ne fume-t-il ? »

» Je suis honteux de toutes mes questions ; j'ose croire que vous avez bonne opinion de moi pour penser que c'est l'intérêt des choses qui me porte à vous tourmenter et pour croire aussi que nul ne vous saura plus de gré que moi de votre bienveillance. Je suis, monsieur, avec la plus respectueuse considération, votre bien dévoué et empressé serviteur. »

HUMBOLDT.

Broussonet répondit à Humboldt le 10 avril 1806. Cette lettre, datée de Montpellier, paraît être la seule qui fut échangée avec son nouveau correspondant, car il n'existe aucune autre minute de lui dans le portefeuille de Durand, et l'on sait que le savant professeur mourut peu de mois après. Broussonet ne copiait point sa correspondance, il ne retenait point davantage une minute de ses écrits, car sans une forte rature obligée qu'il fit à la lettre autographe adressée à Humboldt au courant de sa prodigieuse mémoire, ce qui l'obligea à l'écrire de nouveau, on n'eût pu conserver le texte de sa réponse. Voici cette lettre :

« Monsieur, j'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire et je suis on ne peut plus flatté que vous ayez bien voulu vous adresser à moi pour avoir quelques renseignements sur un pays que j'ai habité bien longtemps et où je n'ai jamais pu faire ce que j'aurais voulu. Sur plus de quatre années que j'ai été à Ténériffe, il m'a été impossible d'aller passer un ou deux jours dans aucune des autres Canaries et de parcourir plus de la moitié de l'île où j'étais. Les travaux du Commissa-

riat et plus encore la mauvaise volonté du Commandant général m'ont toujours cloué dans la brûlante ville de Santa-Cruz. Votre lettre est venue augmenter tous mes regrets d'avoir été pendant si longtemps forcé de m'occuper d'objets extrêmement désagréables au lieu de suivre mon goût pour l'histoire naturelle. Quoiqu'il en soit, je vais tâcher de répondre à vos questions; me réservant de le faire plus au long en revoyant mes notes. »

» 1° J'ai vu les pierres calcaires de la Rambla; la carrière ou pour mieux dire le lit qui les fournit n'est pas considérable, il est au bord de la mer, forme une couche assez mince, et est situé au-dessous de plusieurs couches de laves. On a retiré aussi quelques pierres calcaires de la même sorte dans un lieu situé au-dessous du Realejo, entre la Rambla et le port de la Orotava. Cette veine m'a paru épuisée. Je n'ai pas été assez heureux pour découvrir des empreintes de coquilles sur aucune de ces pierres. Du reste, la chaux qu'on emploie à Ténériffe vient surtout de Lancerote et de Fuertaventura. Ces deux îles ne ressemblent en rien aux cinq antres. Lancerote où j'ai passé un jour est très-sablonneux quoiqu'il y ait des laves en quantité. Je ne connais du Gypse que dans les Salvages, j'en ai de beaux échantillons pris dans cette île et qu'on apporte tous les ans à Lancerote pour le calciner; c'est le Gypse strié ou soyeux, semblable à celui de Chine et de Languedoc. — La pierre que j'ai vue à la Rambla et au Realejo est semblable à celle que vous aviez trouvée chez M. Little. »

» 2° J'ai vu à Garachico, chez un curieux, plusieurs échantillons de granit et de schiste micacé qu'il venait de recevoir de la Gomera. On lui avait envoyé les derniers surtout comme mine d'or. J'ai vu du même schiste à Ténériffe, où il avait été trouvé en petite quantité sur un mon-

ticule au-delà de Guymar; il y avait tout auprès, de très-beau fer spéculaire. »

» 3° Je n'ai pas sous la main ce que M. de Borda a publié sur la hauteur du Pic; mais je crois bien qu'il ne parle pas de la hauteur de la Laguna (1). »

» 4° J'ai vu très-souvent les côtés du cône du Pic tout couverts de neige et pendant plusieurs mois. La neige qu'on nous apportait à Santa-Cruz pendant tout l'été était ramassée dans des *cuevas* situées au pied du cône. »

» 5° D'après les observations faites assez superficiellement à l'Orotava et avec le therm. de Fahr., je pense que la température est de 16° R. Il n'a jamais tombé de la neige à la Laguna, ni à la villa d'Orotava, mais une seule fois, de mémoire d'homme, il y en a eu en petite quantité dans les terres hautes de l'Esperanza de la Laguna et elle tombe souvent fondue aux environs de la villa et de la Laguna. Les lieux les plus bas où tombe la neige, qui ne dure que fort peu de temps, n'ont que des *Erica arborea*, *Arbutus callicarpus*, *Myrica Faya*, *Pteris aquilina*, etc., etc. (2) »

(1) Ténériffe, qui passa longtemps pour la plus haute montagne du globe, qu'ensuite, d'après de faux calculs, on évalua seulement à 1700 toises, n'aurait guère moins de 4000 mètres suivant l'appréciation de Bory Saint-Vincent, qui remonte à l'année 1828. Mais un calcul récent attribue définitivement 3800 m. à la cime du Pic et 2,500 m. d'altitude au plateau sur lequel repose le cône.

(2) M. le docteur Paul Sagot, dans l'intéressante étude qu'il a publiée en 1865 sous le titre de la *Végétation aux îles Canaries*, confirme les renseignements de Broussonet. Je résume ces indications : la région supérieure des montagnes est froide et sèche, des nuages épais formés dans les temps de grosse pluie s'y déposent en neige ou en eau. La partie moyenne forme le monte-verde ou bois serré et verdoyant. Le climat présente

» 6° Je ne crois pas qu'il existe dans toute l'île de Guanche proprement dit, c'est-à-dire l'homme descendant sans mélange de la race primitive; mais je connais des descendants des Guanches et notamment une famille dont un des cadets a fait valoir sa descendance d'un Ristolet de Fahera ou de Faganana pour entrer en Espagne au service; ils sont bien basanés; mais qui ne l'est pas à Ténériffe? excepté peut-être les habitants de la pointe de Faganana, qui sont moins mêlés avec les autres insulaires et qui descendent pour la plupart des normands, comme les noms de Dompierre (Dampierre), Portier, etc., etc. le prouvent. J'ai plusieurs momies de Guanches et je les crois bien différentes, pour la conformation, des momies égyptiennes, puisque les incisives sont très-épaisses. J'ai ouvert un grand nombre de ces momies, il m'a paru que toutes avaient été remplies en partie de quelques plantes aromatiques; j'y ai du moins bien reconnu le *Chenopodium ambrosioides*. (1)

» 7° Le *Viola decumbens* est bien une des plantes qui vient à la plus grande hauteur; mais je crois qu'elle ne vient pas plus haut que le *Spartium nubigenum* (2), un

des pluies fréquentes; il gèle et quelquefois il neige, mais la gelée est douce et la neige ne tient pas. Un peu plus haut que cette région moyenne, vers la cumbre d'Orotava, la sécheresse commence à se manifester.

(1) Des momies de Guanches, appelées *xaxo* à Ténériffe, ont été retrouvées depuis à Gomère et dans la grande Canaria. Ces momies ont appris que les premiers insulaires étaient en général de haute taille; que leurs cheveux lisses, fins et unis comme les nôtres, châtains ou même blonds, n'avaient aucun rapport avec la toison noire et crépue des nègres africains, mais que la cavité humérale de l'olécrane y demeurait souvent ouverte dans le squelette, comme elle l'est chez quelques hommes des environs du Cap.

(2) Le *Retama* (*Sparto-cytisus nubigenus*) sorte de grand

Chrysanthemum frutiqueux et le *Scrophularia glabrata* qui est une espèce nouvelle (1). La première plante qui croît sur les laves est un lichen qui me paraît être le *Paschalis* et auquel je rapporte deux formes constantes, l'une stérile, à ramifications tomenteuses, dressées, surchargées de granulations qui obscurcissent le tomentum; l'autre moins velue, grêle, à rameaux nus à leur base et de couleur blanchâtre, portant des fructifications latérales, de couleur brune. Un peu au-dessous de ces lichens se montre en assez grande abondance une espèce par-

genêt, aux rameaux durs et secs, couvert en été de belles fleurs blanches et odorantes et de très-petites feuilles.

(1) Les recherches de Humboldt, celles de Webb ensuite et les observations plus récentes de M. le docteur Sagot, ont permis d'établir cinq zônes botaniques successives : la région africaine caractérisée par le palmier à dattes, l'arbre à sang de dragon et la canne à sucre, s'étend jusqu'à une hauteur de 400 mètres, avec une température moyenne de 18° R. La zône européenne lui succède immédiatement, jusqu'à une élévation de 865 m.; elle offre des vignes, des arbres fruitiers, des champs de blé et de maïs et des forêts d'oliviers et de châtaigniers d'une végétation admirable; la température moyenne est de 14° R. En atteignant la 3e région, celle des forêts, toujours vertes jusqu'à une hauteur de 1365 m., on voit se développer, sous l'influence d'une température de 10° R., et d'une fécondante humidité, les lauriers constamment en végétation. La région des pins sauvages et des fougères commence au-dessus de la région des nuages et s'étend jusqu'à une élévation de 1866 m. avec une température de 8° R. Là, règne une nuisible sécheresse et les neiges s'y montrent pendant plusieurs mois de l'année. Enfin, on atteint par une température de 4° R. et une élévation de 3100 m. la région du *Retama* qui est accompagné de quelques plantes alpestres peu nombreuses, de ce nombre l'*Arabis alpina*. Les points extrêmes des pics sont dépourvus de végétation, sans cependant atteindre encore la région des neiges perpétuelles.

ticulière, l'*Usnea aurantiaco-atra* que j'ai fait connaître (1). Aux pins et aux fougères succèdent les lauriers, que j'ai décrits dans un mémoire lu à l'Institut et qui forment la base de la zône némorale, savoir : le laurier puant, le laurier royal, le laurier de Ténériffe, le laurier Til et celui des Canaries que j'envoyai à Willdenow (2); les autres essences qui complètent le massif forestier appartiennent notamment aux genres *Erica*, *Myrsina*, *Myrica*, *Olea*, *Rhamnus* et *Visnea*. »

(1) Il est permis, je crois, de retrouver dans les deux formes de *Stereocaulon*, d'abord le *S. botryosum* d'Acharius et puis le *S. Vesuvianum* de Persoon, que C. Montagne signale sur les rochers volcaniques de la grande Canaria au local de la *Cumbre de Laxos*. Ces lichens ont été rapportés des mêmes habitats par Despreaux, Webb, Bourgeau, etc. L'*Usnea* dont parle Broussonet est l'*Alectoria canariensis* d'Acharius, dont Montagne fit un *Evernia* et que le Dr Nylander a récemment placé dans son genre *Chlorea*.

(2) Voici l'extrait d'une lettre inédite de Broussonet, écrite du Realejo, le 8 vendémiaire an III, à son ami L'héritier. Cette fois, c'est une copie que le portefeuille de Durand renferme, copie faite de la main de ce dernier avec la mention suivante : *L'original a été placé dans les cartons de l'Institut.*

.... « On trouve dans les bois quatre espèces de *Laurus* qui forment de grands arbres. L'un est le *Laurus nobilis* qu'on appelle *Laurel*. L'autre a les feuilles plus larges que celui-ci et glauques ; les rameaux et les pédoncules sont cotonneux, les fleurs qui sont plus grandes que celles du *L. nobilis* sont blanches et en grappes ; le calyce a 6 divisions et est persistant, il se retrouve à la base du fruit ; les neuf étamines ont leurs nectaires à leur base ; on nomme cet arbre *Vinatico*. J'en ai vu quelques-uns qui formaient de gros arbres à l'époque de l'arrivée des Espagnols dans cette île et qui sont encore dans toute leur force. La 3e espèce de laurier connue sous le nom de *Til* a le tronc comme un *Quercus ilex*. Ses feuilles sont lisses et luisantes et d'un vert foncé ; je n'ai pas vu les fleurs, mais seulement

» 8° De juin à août, pendant trois mois de l'année 1798, vous le savez sans doute, le cône du Pic vomit des laves par ses côtés, dans la direction du sud, mais le sommet est toujours resté, depuis que les Européens le connaissent, à l'état de solfatare. J'ai vu ce sommet fumer, ainsi que le côté sud de sa base, plusieurs mois après l'éruption et l'année suivante au mois de mars. »

» Je désirerais bien vivement avoir pu mieux répondre à votre attente. Je demeure, croyez-le bien, Monsieur, à votre disposition si vous croyez qu'en précisant ou en étendant votre questionnaire, il me soit possible de mieux faire pour vous être agréable. Disposez sans réserve de celui qui se dit avec des sentiments de la plus haute estime, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur. »

A. Broussonet.

La lecture de ces documents n'apportera pas sans doute un jour nouveau sur l'histoire naturelle d'un pays que les beaux travaux de Webb et de Berthelot semblent avoir complétement élucidée, mais les pages inédites de Humboldt et de Broussonet conserveront toujours un degré incontestable d'intérêt pour les admirateurs du génie et du caractère de ces deux savants.

les restes. Le fruit est isolé à l'extrémité d'un pédoncule très-allongé enchassé dans un calyce en réceptacle presque entier en ses bords, très-renflé et ayant la forme d'une cupule de *Quercus*. La 4me espèce est le *Barbusane*. Les feuilles sont très-lisses, luisantes et d'un vert-clair ; les fruits viennent en grappes ; ils sont très-nombreux et posés sur un calyce dont les 6 divisions sont persistantes. J'ai trouvé dans le voisinage un *Arbutus* ? qui forme un gros arbre dont l'écorce est employée dans la teinture ; on le nomme *Aya* et son fruit *Crezas*. »

Comment ne pas sympathiser avec cette vie si active, si dévouée à sa patrie, si agitée aussi, et avec cette fin si rapide qui priva Broussonet de transmettre à la postérité des résultats acquis aux dépens de sa fortune et de sa santé !

On s'intéressera toujours, dans les sciences naturelles surtout, aux plus humbles détails de la vie de ces hommes dont la supériorité commande le respect et l'admiration. Chacune de leurs paroles, chacun de leurs écrits seront recherchés et recueillis avec empressement ; c'est le sentiment que j'ai éprouvé en parcourant les rapports épistolaires qui avaient uni le plus grand naturaliste de notre époque à celui qui le premier avait appliqué à la zoologie le système Linnéen de nomenclature et de description.

Toulouse, le 26 novembre 1873.



NOUVEAUX MÉLANGES

DE

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE

PAR

M. D.-A. GODRON,

Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Nancy,
Correspondant de la Société.

Depuis quinze ans, M. Rendatler et son gendre, M. Berthier, horticulteurs à Nancy, n'ont cessé d'avoir l'œil sur les monstruosités végétales qui se produisent dans leurs cultures ; ils ont eu l'obligeance de me les signaler et de m'offrir ainsi l'occasion de les étudier et de les publier. J'en ai observé quelques-unes au Jardin des plantes de Nancy et d'autres m'ont été communiquées par différents botanistes.

I.

SOUDURE DES FEUILLES.

1° En juillet 1872, j'ai observé un exemple très-remarquable de ce genre sur une bouture de *Pelargonium grandiflorum Willd.*, faite l'année précédente et en pleine floraison. Un de ses rameaux toutefois ne se disposait pas à fleurir et présentait des feuilles alternes d'autant

plus rapprochées qu'elles étaient plus inférieures; mais, à son sommet apparent se montrait une feuille pétiolée, à limbe infundibuliforme parfaitement régulier. Un fait aussi inattendu exige, pour être compris, que j'entre ici dans quelques détails.

Le mérithalle portant une feuille en entonnoir est long de $0^m,02$ et presqu'aussi épais que celui qui le précède. Mais le pétiole de la feuille anormale est bien plus grêle dans toute sa longueur et conserve la direction de l'axe d'où il naît; il est long de $0^m,03$, dépourvu de stipules, parfaitement cylindrique, mais s'épaissit au sommet en un cône renversé, plein, long de $0^m,01$ qui, par ses bords, se prolonge en un limbe foliaire infundibuliforme, de $0^m,06$ de côté et l'ouverture de l'entonnoir offre un diamètre à peu près égal; son bord est régulièrement lobulé et denté comme dans les feuilles normales.

Au premier abord, l'existence d'une feuille terminale semble renverser toutes les idées reçues sur la distinction entre le système axile et le système appendiculaire des végétaux. La disposition en entonnoir étonne moins, puisqu'on connaît des feuilles dont la vrille est prolongée en un appendice creux, en forme d'urne, d'amphore ou de tube cylindrique, comme on le voit dans les *Nepenthes;* d'une autre part, on trouve dans les genres *Eranthis*, *Helleborus*, *Aquilegia*, etc., des pétales disposés en tube ou en entonnoir. Toutefois, dans ces différents cas, l'organe creux ne présente jamais la régularité parfaite qu'on observe dans notre feuille anormale de *Pelargonium*. Mais, si l'on considère, d'une part, que le pétiole de celle-ci est cylindrique et dépourvu de la cannelure dont tous les pétioles de cette espèce sont pourvus et, d'une autre part, que le limbe infundibuliforme porte deux nervures principales qui se divisent chacune absolument

de la même façon que la nervure médiane d'une feuille ordinaire et dont les dernières ramifications s'anastomosent entre elles de chaque côté, on en conclura qu'il existe ici deux feuilles dont les pétioles sont soudés par leur face canaliculée et les deux limbes forment par leur union l'entonnoir foliacé. J'ai voulu m'assurer s'il existe intérieurement un ou deux bourgeons à la base du pétiole, en incisant longitudinalement et jusqu'au centre le sommet du rameau; je n'ai observé aucune trace de bourgeon.

Mais les deux feuilles pour se souder ont dû être opposées et cependant, dans le *Pelargonium grandiflorum*, si on en excepte les feuilles inférieures des jeunes pieds, comme dans toutes les Géraniacées, les autres sont généralement alternes dans notre plante. Dans beaucoup d'autres espèces de cette famille, presque toutes les feuilles sont opposées et la tige est plusieurs fois bifurquée par l'avortement du bourgeon terminal. On pourrait donc supposer que les deux feuilles opposées qui en se soudant ont donné naissance à notre feuille à limbe infundibuliforme, constituent un retour au plan général qui préside à la disposition des feuilles et des rameaux dans les Géraniacées et que la soudure des deux pétioles a produit l'avortement des deux bourgeons axillaires. Mais nous ferons observer, en outre, que dans le *Pelargonium grandiflorum* on observe assez souvent une bifurcation supérieure avec deux feuilles opposées et dont l'un des axes produit directement une inflorescence et dont l'autre, formé de deux mérithalles, porte une paire de petites feuilles et une seconde inflorescence. Or ces deux axes avortent dans l'anomalie que nous étudions ; car leur développement est devenu incompatible avec la soudure des deux pétioles.

Nous nous demandons encore pourquoi le limbe de notre feuille est parfaitement régulier, à ce point qu'on ne distingue pas, même à son bord, la moindre trace de séparation des deux feuilles et que les nervures seules par leurs dernières anastomoses en indiquent les limites. Mais ces deux feuilles soudées au sommet d'un axe se trouvent exactement dans les mêmes conditions qu'un calice gamosépale d'une fleur terminale et l'on sait qu'alors, non-seulement le calice mais tous les organes de la fleur présentent une disposition parfaitement régulière; c'est même là un fait général.

Je conserve précieusement en herbier la monstruosité qui a donné lieu à ces observations, ainsi que celles qu'il me reste à décrire.

2° La même année, un pied de *Begonia Rex* m'a présenté à la fois un double exemple de la soudure de deux feuilles. On sait que dans ce genre ces organes sont inéquilatères et ce caractère est surtout bien prononcé dans l'espèce dont il s'agit. Dans l'anomalie que je vais décrire, deux feuilles ont leurs pétioles soudés latéralement dans toutes leurs longueurs et les limites de cette soudure sont indiquées sur les faces supérieure et inférieure de ce double pétiole par une rainure médiane qui devient plus profonde vers l'extrémité supérieure. Les limbes se regardent par leurs petits côtés, et leurs petites oreillettes soudées par leurs bords à partir de leur base dans une étendue de $0^{m},03$, forment une crête saillante longitudinale et perpendiculaire au plan de la double feuille; les portions antérieures des petits côtés non soudées sont également redressées et la crête qu'ils forment semble se bifurquer par l'écartement des grands côtés dans leurs deux tiers supérieurs.

Sur le même pied, j'ai observé aussi deux feuilles par-

faitement équilatères, ce qui doit aussi constituer dans ce genre une anomalie assez rare. Le pied a péri en hiver et je n'ai pu constater si, l'année suivante, les mêmes faits se seraient reproduits.

3° J'ai constaté deux fois sur des feuilles de *Petunia* que les bords de chacune d'elle étaient soudés entre eux dans leur tiers inférieur, ce qui formait un cornet à ouverture très-oblique.

Je ferai observer comme conclusion que ces exemples de soudures de deux feuilles ou d'une seule par ses bords, bien que très-différents les uns des autres, concordent cependant par ce point, que l'union a lieu par les parties homologues. On sait que c'est là une loi établie depuis longtemps en tératologie animale et qu'elle existe aussi en tératologie végétale, ce que confirment les faits que nous venons de décrire.

II.

DIVISION ANORMALE DES FEUILLES DE POIRIERS.

Les feuilles de Poiriers ont généralement leur limbe entier ou simplement denté ; mais on rencontre quelquefois des feuilles qui sont plus ou moins profondément trilobées. Thouin, je crois, a signalé le premier ce fait tératologique. Ayant recueilli des pépins de *Pirus sinaica*, au Museum d'histoire naturelle, sur des pieds obtenus de graines envoyées du mont Sinaï à Lemonnier, en 1782, il les sema et en obtint de jeunes pieds dont quelques uns montraient des feuilles trifides et crénelées (1).

M. Decaisne ayant semé, en 1853, des pépins de la poire d'Angleterre, en obtint plusieurs modifications et il ajoute : « La variation est allée jusqu'à produire, la

(1) Thouin, *Mémoires du Museum*, t. 1 (1815), p. 175.

» première année de semis, des feuilles lobées sembla-
» bles à celles de l'aubépine et du *Pirus japonica* (1). »

Ayant été obligé, en réorganisant le Jardin des plantes de Nancy, de faire abattre, en novembre 1857, le seul pied de *Pirus salicifolia Pall.* existant dans cet établissement, j'en fis recueillir des fruits dont les pépins furent semés et produisirent de jeunes pieds différant de la plante-mère par leur vestimentum moins abondant et grisâtre, par des rameaux parfaitement épineux et dont l'un des pieds conservés se distinguait du type d'où il provenait par des feuilles ovales, aiguës, crénelées au bord non ondulé et dont quelques unes étaient divisées plus ou moins profondément en trois lobes dont les inférieurs plus petits et divariqués (2).

Enfin, j'ai rencontré, dans l'un des herbiers que possède notre Faculté des sciences, un échantillon de *Pirus amygdaliformis Vill.*, recueilli dans les garrigues de Montpellier, sur lequel le plus grand nombre des feuilles sont trilobées, comme dans les exemples précédents.

Les feuilles de ces variations anormales rappellent quelques unes des formes de ces mêmes organes dans le *Cratœgus Oxyacantha L.* et ce fait vient confirmer la loi établie par Moquin-Tandon « que les déviations du type
» spécifique dans un végétal représentent l'état habituel
» d'un autre végétal » (3). — J'ajouterai qu'il s'agit ici de végétaux de la même famille.

(1) Decaisne, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. 57 (1863), p. 10.

(2) J'ai déjà parlé de cette plante, mais à un autre point de vue, dans mon travail intitulé: *De l'origine probable des Poiriers cultivés*, Nancy, 1873, p. 23.

(3) Moquin-Tandon, *Eléments de Tératologie végétale*, Paris, 1841, p. 193.

III.

PARTITIONS DES AXES VÉGÉTAUX.

1° *Sarment de la Vigne.* — M. Prillieux, dans ses *Considérations sur la nature des vrilles de la Vigne* (1), a cherché à expliquer la position oppositifoliée de ces organes par un phénomène de partition, qui aurait lieu sur le sarment jusqu'au niveau de la feuille, de façon à donner naissance à la vrille et à l'entrenœud qui semble continuer l'axe primaire. Dans un travail intitulé : *De la signification morphologique des différents axes de végétation de la Vigne* (2), je crois avoir démontré que la position de la vrille résulte, comme l'avait pensé Aug. St-Hilaire, de l'usurpation d'un axe secondaire sur un axe primaire dévié de sa direction originelle et frappé d'arrêt de développement. Or cet axe primaire par rapport au mérithalle usurpateur, est la vrille, mais il n'en faut pas conclure que les sarments de la Vigne ne puissent pas, comme les tiges des autres végétaux, présenter des exemples de partition véritable, comme le prouvent les faits suivants :

Ce phénomène tératologique peut se produire dans deux sens différents : ou bien la partition a lieu suivant le plan des feuilles, ou bien perpendiculairement à ce plan.

Le premier mode est le plus rare et je n'en ai observé que deux exemples. Dans l'un le sarment de la vigne

(1) *Bulletin de la Société Botanique de France*, t. 3 (1856), p. 646.

(2) *Mémoires de l'Académie de Stanislas* pour 1866, p. 170 à 205.

est normal à sa base, puis s'élargit insensiblement et de plus en plus sur deux côtés opposés de façon à présenter une coupe elliptique, dont le petit diamètre est dans le même sens que le plan des feuilles ; un sillon longitudinal se manifeste sur le milieu de chacune des faces et devient de plus en plus profond jusqu'à la séparation complète du sarment en deux rameaux ; mais il convient d'étudier ce fait dans ses détails, pour que sa signification soit évidente. — *Premier nœud* : Il est normal ; une seule feuille à pétiole normal et à cinq nervures principales ; un seul bourgeon composé à l'aisselle de la feuille ; vrille nulle ; mérithalle un peu déprimé au-dessus du nœud. — *Deuxième nœud* : feuille à 9 nervures principales, à pétiole très-élargi et largement canaliculé à sa face supérieure ; deux bourgeons composés symétriquement placés à l'aisselle de la feuille et se touchant latéralement ; une vrille oppositifoliée ; mérithalle plus élargi encore au-dessus de ce nœud, et l'on constate déjà l'apparition d'un sillon qui parcourt le milieu de chacune des faces du second mérithalle. — *Troisième nœud* : une feuille à limbe et à pétiole normaux, portant à son aisselle un seul bourgeon composé ; deux vrilles accolées et régulièrement disposées à l'opposé de la feuille ; au-dessus le mérithalle est encore plus élargi et ses deux sillons plus apparents. — *Quatrième nœud* : feuille formée d'une pétiole très-élargi et portant au sommet deux limbes distincts, réguliers et dont chacun porte 5 nervures principales ; vrille nulle ; au-dessus mérithalle avec sillons plus accentués. — *Cinquième nœud* : deux feuilles géminées, parfaitement libres et régulières et portant chacune à son aisselle un bourgeon composé ; une seule vrille déprimée dans le même sens que le sarment, à trois branches

partant du même point et dont l'une tournée vers le sarment est nue à sa base et les deux autres externes naissant chacune à l'aisselle d'une écaille; au-dessus les sillons du mérithalle plus profonds. — *Sixième nœud* : Une feuille normale portant deux bourgeons composés et symétriques à son aisselle ; deux vrilles symétriques, oppositifoliées, parfaitement distinctes et très-rapprochées à leur base; au-dessus sillons du mérithalle plus profonds encore. — *Septième nœud* : deux feuilles géminées, parfaitement libres et portant chacune à leur aisselle un bourgeon composé; vrille nulle ; à ce nœud il y a bifurcation complète du sarment en deux rameaux égaux et cylindriques ; ceux-ci ont une vrille à leur premier et et à leur second nœuds; toutes sont dirigées du même côté et il en est de même des feuilles.

Cette monstruosité soulève plusieurs observations : 1° Les vrilles soit isolées, soit géminées occupent la position habituelle qu'elle ont dans le *Vitis vinifera L.* et manquent régulièrement au premier, au quatrième, au septième nœud, et cette disposition continue à se montrer sur les deux branches de la partition ; 2° la partition du sarment se produit insensiblement de bas en haut par deux sillons opposés qui finissent par se rencontrer et alors la division est complète ; en ce qui concerne les feuilles et les vrilles, il y a d'un nœud à l'autre un dédoublement latéral de ces deux sortes d'organes, comme si la tendance à la partition était plus prononcée alternativement sur une des faces du nœud que sur l'autre.

J'ai rencontré un second fait analogue au précédent, mais où la partition du sarment s'opère plus brusquement ; mais les dédoublements alternatifs de la feuille et de la vrille se font de la même manière. Toutefois,

l'une des feuilles à pétiole élargi et non divisé, présente deux limbes réguliers, mais qui, appliqués l'un contre l'autre par leur face supérieure, restent adhérents par une partie de leur nervure médiane.

Le second mode de partition du sarment a lieu en sens inverse, la division s'opérant non plus dans la direction du plan des feuilles-mères, mais dans une direction perpendiculaire à ce plan. Cette partition peut se produire de trois manières : 1° Tantôt elle a lieu par l'aplatissement de plus en plus marqué du sarment, mais plutôt par suite d'un phénomène de fasciation que par une véritable partition graduelle. Dans ce cas la position des feuilles et des vrilles est plus ou moins irrégulière, comme on l'observe presque toujours dans les fascies, du moins en ce qui concerne les feuilles. 2° Tantôt, et ce cas est moins rare que le précédent, la division s'opère brusquement à un nœud. S'il doit y avoir à ce nœud une vrille, elle occupe sa place ordinaire à l'opposé de la feuille et à la base du rameau le plus éloigné d'elle ; mais une seconde vrille existe aussi dans l'angle de la bifurcation à la base du rameau dont le pétiole de la feuille embrasse la base du côté opposé ; cette seconde vrille existe seule, si le nœud est compris parmi ceux qui, dans l'état ordinaire des choses, n'en ont pas habituellement. 3° Enfin la partition s'opérant brusquement, comme dans le cas précédent, arrive jusqu'à la partie supérieure du nœud, mais sans le diviser, et alors on observe sur chacun des côtés du nœud et à la base externe des deux branches deux feuilles opposées ayant chacune un bourgeon à leur aisselle ; on ne voit qu'une seule vrille sortant de l'angle de la bifurcation ; sur l'une des branches de la partition le premier nœud porte aussi une vrille et le second n'en a pas ; sur la

seconde branche les deux premiers nœuds sont pourvus d'une vrille et le troisième n'en a pas, d'où l'on peut conclure que la vrille qui naît dans l'angle de la bifurcation appartient à la première branche.

Ces faits, comme on le voit, ne fournissent aucun appui à l'hypothèse ingénieuse de M. Prillieux et, d'une autre part, ils n'infirment en aucune façon la théorie d'Aug. S[t]-Hilaire, relativement à la signification morphologique des vrilles comme des grappes de la vigne.

2° *Inflorescence d'Umbilicus pendulinus D.C.* — J'ai vu souvent, surtout sur les Digitales hybrides, se produire la bifurcation de la partie supérieure de l'inflorescence lorsque l'axe était fascié, de telle sorte que la fascie semble être la cause prédisposante de la division dont les deux branches, du reste, sont aussi fasciées. Mais il n'en est plus de même dans l'exemple suivant. J'ai rencontré à Lorient, en 1873, un pied d'*Umbilicus pendulinus D.C.*, dont l'axe de l'inflorescence est bifurqué dans la moitié de sa hauteur. Cette partition n'a pas lieu brusquement, mais la division est préparée au-dessous par deux sillons opposés qui creusent l'axe dans une étendue de 15^{mm}; les deux branches se séparent à angle très-aigu, elles sont parfaitement cylindriques et leurs fleurs supérieures sont avortées comme si les sucs nutritifs n'avaient pas suffi à leur développement.

3° *Inflorescence de Plantago Coronopus L.* — J'ai observé cette partition sur deux inflorescences d'un même pied; elle s'étend au tiers supérieur de l'inflorescence. La division a lieu dans les mêmes conditions que dans le cas précédent.

4° *Partition du réceptacle d'une fleur de Rubus Ideus L.* — Cette anomalie n'est pas rare sur les Framboi-

siers de mon jardin. La division a lieu dans la direction du plan médian de la fleur ; elle va jusqu'à la base du réceptacle conique; mais les surfaces par lesquelles les parties séparées se regardent, sont complètement dépourvues de carpelles.

IV.

PHYLLOMANIE DES INFLORESCENCES.

1° J'ai reçu de mademoiselle Perrey, de Sexfontaine (Haute-Marne), trois tiges d'un même pied de *Dianthus barbatus L.* Tout est régulier jusqu'au point où commence l'inflorescence. Les deux paires de bractées qui naissent à sa base sont normales. Mais au-dessus tous les axes secondaires ou tertiaires de l'inflorescence, longs de 3 à 4 centimètres, sont couverts de la base jusqu'au sommet de nombreuses bractéoles subulées sans aucune trace de fleurs et forment un ensemble compact et serré.

2° J'ai reçu de Castagne, en 1847, des échantillons de *Scabiosa maritima, L.* recueillis par lui à Marseille, et qui nous offrent une anomalie analogue à la précédente; mais elle se montre ici à deux degrés : complète ou incomplète. Dans le premier l'involucre est formé de folioles linéaires obtuses ; le réceptacle donne naissance à des rayons formés de plusieurs mérithalles d'autant plus longs qu'ils sont plus intérieurs, ordinairement tous couverts de petites feuilles étroites linéaires obtuses, ce qui forme un ensemble globuleux, dense, chevelu, atteignant de 2 à 4 centimètres de diamètre. Dans le second degré, les rayons sont plus allongés, ont leurs mérithalles moins nombreux, mais les intérieurs sont plus longs

et presque nus dans leur deux tiers inférieurs et sont pour cela plus visibles ; dans leur tiers supérieur ils sont couverts de petites feuilles et on voit souvent au sommet une petite fleur.

3° J'ai recueilli sur la plage de Gâvres, près de Lorient, un échantillon de *Plantago Coronopus L.*, dont toutes les hampes sont terminées par une rosette de petites feuilles nombreuses, linéaires aigües, très-étalées et diminuant insensiblement de longueur de la circonférence au centre. Ces petites feuilles ne sont qu'un développement anormal des bractées de l'inflorescence, dont l'axe est réduit à 2 ou 3 millimètres. Les fleurs ont avorté.

Il est assez rationnel de voir dans les trois faits que je viens de décrire, des exemples à l'appui de la loi de balancement des organes. Dans le fait suivant, la phyllomanie n'entraîne pas la suppression des fleurs et ne porte pas atteinte à leur fécondité.

4° En 1866, j'ai observé dans les cultures de M. Rendatler, une plate-bande remplie de deux formes tératologiques de l'épi du *Plantago major L.* Elles avaient été semées séparément et provenaient de graines reçues d'Angleterre. L'une était analogue à celle que je viens de décrire dans le *Plantago coronopus L.* ; mais les bractées transformées en feuilles avaient un développement beaucoup plus grand. Ces feuilles ovales, contractées en pétiole, décroissantes de la circonférence au centre, formaient un disque dont le diamètre mesurait de 5 à 8 centimètres ; elles étaient régulièrement imbriquées. Dans la seconde forme, l'axe de l'inflorescence au lieu de mesurer 1 à 2 centimètres, comme dans le cas précédent, avait une longueur qui variait de 10 à 15 centimètres et l'ensemble formait un cône allongé et régulier. Mais, à l'aisselle de chaque bractée dans les deux formes, on

trouve une fleur parfaitement normale. Un pied de chacune des formes a été transporté en motte dans mon jardin, j'en ai pu suivre le développement ; elles m'ont donné des graines et, pendant trois générations, elles sont restées distinctes, toutefois en produisant chacune des formes intermédiaires, en ce qui concerne la longueur relative de l'axe de l'inflorescence. Mais tous les pieds ont reproduit la phyllomanie. Cette monstruosité s'est donc montrée héréditaire et me semble constituer un nouvel exemple de race tératologique.

V.

NOUVELLES FASCIES.

Dans un premier travail intitulé : *Mélanges de tératologie végétale* et inséré dans les *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg*, t. XVI, j'ai décrit quarante et un exemples de ce genre de monstruosités. Les trois suivants me semblent de nature à être aussi publiés.

1° Le premier s'est développé sur le *Bellis perennis L.* cultivé comme plante d'ornement et je l'ai observé sur trois pieds en 1873, ce qui prouve qu'il n'est pas extrêmement rare : ces pieds à tige fasciée se ressemblent tellement, qu'il me suffit d'en décrire un seul. La plante est très-robuste et ses racines très-rapprochées forment un chevelu épais. Les feuilles inférieures sont très-nombreuses et forment une rosette dense ; les tiges latérales florifères portent dans leur moitié inférieure 5 à 6 petites feuilles alternes ; la tige centrale qui seule est fasciée en porte aussi de nombreuses à sa base, dans une étendue de 0^m01. La fascie est longue de 0^m05, large de 0^m01,

striée en long. Les capitules qui la surmontent sont tous intimement soudés entre eux et forment une crête de 0m04 à 0m05 dans son plus grand diamètre transversal; les fleurettes ligulées forment à la périphérie une bordure continue et les fleurettes jaunes régulières dessinent à l'intérieur une bande non interrompue. Dans toutes les fascies que j'ai observées jusqu'ici dans la famille des Synanthérées, les capitules rapprochées en crête étaient libres et non confondus entre eux comme dans notre *Bellis perennis*.

2° Je n'avais observé jusqu'ici aucun exemple de fascie dans la famille des Ombellifères. Le Jardin des plantes de Nancy m'en a offert, en 1872, un exemple remarquable sur un pied très-robuste de *Libanotis vulgaris D.C.* La fascie s'étend sur une longueur de 0m45 sur 0m035 dans sa plus grande largeur. Ses faces présentent des côtes longitudinales nombreuses et rapprochées les unes des autres. De chaque nœud partent des feuilles en verticille plus ou moins régulier et interrompu, souvent obliques comme le nœud qui les porte; leur gaîne est petite, courte et fendue en arrière jusqu'à la base; de leurs aisselles sortent le plus souvent de courts rameaux, même sur les faces. Plusieurs ombelles naissent à la fois du sommet de la fascie; elles sont très-rapprochées les unes des autres et se confondent plus ou moins, de manière à former un ensemble transversalement oblong dans le sens de la plus grande largeur de la fascie.

3° Au printemps de 1874, on m'a apporté une pousse de *Dahlia coccinea Cav.*, offrant une fascie longue de 0m10, sur 0m01 dans sa plus grande largeur; elle fournit par ses bords sept rameaux, dont trois ont leurs deux premières feuilles alternes; mais au-dessus elles sont opposées.

VI

MONSTRUOSITÉS DE NOMBRE DES ORGANES APPENDICULAIRES NORMALEMENT OPPOSÉS OU VERTICILLÉS.

Ce qui varie le moins dans les végétaux, ce sont les rapports d'insertion et de symétrie des organes appendiculaires ; mais il n'en est pas de même du nombre de ces organes à chacun de leurs verticilles. Ce nombre n'étant pas absolument constant, ne constitue pas dès lors un caractère générique, ni même un caractère spécifique, comme le prouvent des faits déjà connus et ceux que nous allons y ajouter.

Ces modifications numériques peuvent se montrer dans les feuilles, dans les enveloppes florales, dans les étamines et dans les feuilles carpellaires.

1° *Feuilles.* — Dans les plantes à feuilles opposées on voit quelquefois une ou plus rarement deux feuilles supplémentaires à tous les nœuds. J'ai observé les exemples suivants :

Acer Pseudoplatanus L. — Deux très-jeunes pieds provenant d'un semis m'ont présenté trois cotylédons, puis deux verticilles successifs de trois feuilles. J'ai desséché ces pieds et je n'ai pas suivi plus loin leur végétation.

Æsculus Hippocastanum L. — Deux pieds de cette espèce, l'un de 1m 50, l'autre de 1m 75 de hauteur, non ébranchés, m'ont présenté l'axe primaire pourvu dans le bas de rameaux verticillés par trois et dans le haut de feuilles disposées trois par trois ; mais les rameaux avaient leurs feuilles régulièrement opposées en croix.

Punica Granatum L. — Un rameau m'a présenté ses feuilles régulièrement verticillées par trois dans toute sa longueur ; les ramuscules qui en naissaient avaient les feuilles opposées.

Epilobium montanum L. — Il a quelquefois les feuilles verticillées par trois. Il en est de même de l'*Epilobium trigonum Schranck*, où ce fait est encore plus fréquent et il n'est même pas extrêmement rare de rencontrer des pieds qui portent quatre feuilles à chaque verticille.

Lythrum Salicaria L. — Une tige rameuse portait exclusivement sur son axe primaire des feuilles et des rameaux verticillés par trois.

Fuchsia coccinea L. — J'ai vu plusieurs fois des tiges simples de cette plante à feuilles verticillées par trois et une seule fois verticillées par quatre.

Lonicera cœrulea L. — J'ai observé sur cette espèce et aussi sur le *Lonicera alpigena L.*, les feuilles verticillées par trois.

Weigelia rosea Lindl. — Même observation.

Ligustrum japonicum Thunb. — Même observation.

Coffea arabica L. — Un pied élevé de graines au Jardin botanique de Nancy, offrait trois cotylédons et en se développant il a montré ses feuilles et ses rameaux axillaires verticillés par trois; mais les rameaux avaient les feuilles opposées.

Aucuba japonica L. — Dans un semis fait dans les serres de M. Rendatler, un pied a montré les mêmes faits que dans le caféier précédent. Dans le même semis, un autre pied était pourvu de quatre cotylédons soudés par les bords de façon à former un tube régulier surmonté de quatre dents. Lorsque le bourgeon terminal s'est développé, il s'est échappé latéralement en rompant cette enveloppe anormale et l'axe primaire développé portait des feuilles opposées.

Cœlestina ageratoides Cass. — J'ai vu plusieurs fois les feuilles verticillées par trois à tous les nœuds, si ce n'est au voisinage de l'inflorescence, où elles devenaient éparses.

Arnica montana L. — J'ai rencontré près de Gérardmer, en 1863, un pied dont la tige munie d'un seul nœud portait trois feuilles verticillées.

Lysimachia vulgaris L. — Il a souvent les feuilles verticillées par trois ou par quatre.

Anagallis arvensis L. — Le même fait n'est pas rare.

Nerium Oleander L. — J'ai observé un pied dont l'axe primaire portait des feuilles opposées, et ses rameaux étaient dichotomes.

Lilac vulgaris Gærtn. — Les rameaux à feuilles verticillées par trois ne sont pas rares et ont été signalés depuis longtemps; mais j'en ai rencontré à feuilles verticillées par quatre.

Phlox paniculata L. — J'ai observé dans mon jardin un pied de cette espèce, dont une tige avait ses feuilles verticillées par trois.

Mentha rotundifolia L. — J'ai recueilli, en 1847, au bois de Tomblaine, près de Nancy, une tige de cette espèce qui était hexagonale dans toute sa longueur et portait à tous ses nœuds des feuilles verticillées par trois.

Scrophularia nodosa L. — J'ai conservé une tige de cette espèce, trouvée par moi à Lorient (Morbihan), en 1873; elle était aussi hexagonale et ses feuilles étaient disposées trois par trois. Le même fait se montre plus fréquemment encore, au Jardin des plantes de Nancy, sur le *Scrophularia orientalis L.* et j'ai vu sur cette espèce plusieurs tiges octogonales avec quatre feuilles à chaque nœud.

Mimulus moschatus Dougl. — J'en ai observé une tige à feuilles verticillées par trois.

Paulownia imperialis Sieb. — Il n'est pas rare de rencontrer sur les pieds qu'on recèpe tous les ans près de terre, des rejets vigoureux dont les feuilles sont, à tous

les nœuds, verticillées par trois. Cette anomalie est un très-bel effet et il serait à désirer qu'on pût la multiplier; ses rameaux ne se développent pas ordinairement tous à chaque verticille et leurs feuilles sont opposées en croix.

Verbena Aubletia L. — J'ai observé une tige portant trois feuilles à chacun de ses nœuds.

Paris quadrifolia L. — On sait que la tige porte ordinairement un verticille de quatre feuilles et que ce nombre peut être accidentellement porté à cinq et même à six. Mais, ce que je n'ai vu indiqué nulle part, c'est que ce nombre peut être réduit à trois. Ces variations n'entraînent pas ordinairement de modifications analogues dans les verticilles floraux.

J'ajouterai que dans les plantes dont les feuilles des verticilles sont en nombre plus grand que trois, la quotité des parties de ces verticilles varie beaucoup, quelquefois même d'un nœud à l'autre. Il nous paraît dès lors inutile de nous en occuper d'une manière spéciale.

2° *Fleurs.* — Le nombre des parties de chacun des verticilles floraux est quelquefois le même. C'est ainsi que les fleurs des *Iris* sont régulièrement construites d'après le type ternaire; mais, si un nouvel élément floral s'introduit dans l'un des verticilles, il peut s'intercaller dans tous les autres et la symétrie de la fleur est ainsi conservée. C'est ce que nous avons observé sur une fleur d'*Iris spuria L.*, qui présentait huit divisions florales placées sur deux rangs, quatre étamines et un ovaire formé de quatre feuilles carpellaires; l'alternance est ainsi respectée comme dans le type ternaire.

J'ai observé aussi une fleur de *Fuchsia coccinea L.* présentant trois divisions au calice, trois pétales, six étamines placées sur deux rangs dont trois plus courtes,

enfin un ovaire tricarpellaire et à trois loges. J'ai vu aussi des fleurs de la même espèce dont tous les verticilles étaient à cinq et d'autres à six parties.

Dans les *Papaver*, les enveloppes florales sont généralement disposées suivant le système binaire et offrent alors deux sépales et quatre pétales placés sur deux rangs, avec alternance parfaite d'un verticille à l'autre. J'ai vu plusieurs fois les *Papaver dubium L.* et *hybridum L.* avec trois sépales et six pétales bisériés. Ce fait est très-fréquent dans le *Papaver caucasicum Bieb.*; c'est, comme l'on sait, l'état habituel dans les *Papaver orientale L.* et *bracteatum Lindl.* Sur un gros pied de *Chelidonium majus L.* var. *laciniatum*, j'ai rencontré une douzaine de fleurs dont les enveloppes florales formaient trois verticilles ternaires; mais cette disposition, si remarquable, coïncidait avec une capsule tricarpellaire s'ouvrant en trois valves.

Il est aujourd'hui démontré que si, dans la famille des Alsinées, on s'attachait, à l'exemple de Linné, à considérer comme caractères génériques le nombre absolu des sépales, des pétales, des étamines et des folioles carpiques, on méconnaîtrait des analogies naturelles importantes. C'est ainsi que le genre *Sagina* se compose d'espèces dont tous les verticilles floraux sont constitués d'après le mode quinaire et d'autres d'après le type quaternaire. Dans le genre *Alsine* on trouve des espèces dont le calice, la corolle et l'androcée sont à quatre ou à cinq parties et les feuilles carpellaires à deux, trois, quatre ou cinq. Dans les *Arenaria, Mœhringia*, *Stellaria*, *Cerastium*, etc., on trouve des faits analogues (1).

(1) Conf. Fenzl, in Endlicher, *Genera plantarum*, in-8°, 1836-1840, p. 963 à 969; et Godron, *Observations sur la famille des*

Ce ne sont pas là les seuls exemples de genres comprenant des espèces qui n'ont pas toutes le même nombre de parties aux enveloppes florales et qu'on ne peut séparer génériquement, sans rompre les liens étroits qui les unissent les uns aux autres. C'est ainsi que le genre *Tormentilla* de Linné a dû être réuni au genre *Potentilla*. Si, dans le premier, les enveloppes florales sont généralement disposées d'après le système quaternaire, on trouve, néanmoins, parfois dans ces espèces, des fleurs qui offrent le type des plantes du genre *Potentilla*, mais il y a plus : j'ai observé une fleur de *Tormentilla erecta L.*, dont les divisions calicinales et les pétales présentaient le système ternaire.

Dans les *Lythrum*, certaines espèces ont dix ou douze dents au calice et cinq ou six pétales, d'autres huit divisions au calice et quatre pétales.

Dans le *Primula grandiflora Lam.*, la disposition quaternaire n'est pas rare au bois de Malzéville, près de Nancy; j'ai même rencontré, dans cette localité, mais une seule fois, le type ternaire et les étamines participent à ces deux variations.

Dans le genre *Gentiana*, la plupart des espèces sont pentamères ; mais dans le *Gentiana lutea L.*, la corolle est divisée presque jusqu'à la base en lobes dont le nombre varie de cinq à neuf, sur le même pied. Cet organe a six divisions dans le *Gentiana Burseri Lapeyr.* ; il en a quatre dans les *Gentiana cruciata L.* et *campestris L.* et dans le *Gentiana tenella Rottb.* les lobes de la corolle varient de quatre à cinq.

On trouve des différences analogues entre les espèces

Alsinées, dans les *Mémoires de l'Académie de Stanislas* pour 1841, p. 96 à 116.

des genres *Knautia, Scabiosa, Cuscuta, Veronica, Plantago*, etc.

Il ne faut pas s'étonner de ces faits, puisque dans le genre *Ruta*, le nombre relatif des parties des verticilles floraux varie normalement, suivant que la fleur termine l'axe primaire de l'inflorescence ou les axes secondaires, tertiaires etc.

L'augmentation des pistils est assez rare, suivant Moquin-Tandon (1); j'en ai observé cependant plusieurs exemples dans les pistils simples.

Dans le genre *Delphinium*, il est des espèces qui normalement n'ont qu'un pistil, d'autres en possèdent trois et il en est même où ils atteignent le nombre de cinq. Le *Delphinium orientale Gay* appartient à la section des espèces monocarpiques; mais j'en ai observé des pieds dont les pistils étaient multiples, mais stipités; ils étaient toutefois féconds. Le *Delphinium elatum L.* m'a montré, dans les cultures de M. Rendatler, des fleurs semi-doubles munies de 10 à 23 pistils (2).

On observe bien plus souvent, dans les pistils composés, des variations dans le nombre des feuilles carpellaires.

Dans les espèces du genre *Papaver*, ce nombre varie dans des limites assez étendues, de quatre à vingt. Dans les *Argemone* le pistil formé ordinairement de cinq feuilles carpellaires, en offre souvent quatre ou six.

Les crucifères ont aussi quelquefois, dans leur pistil, des feuilles carpiques surnuméraires. Les auteurs indi-

(1) Moquin-Tandon, *Eléments de tératologie végétale*, Paris, 1841, in-8°, p. 354.

(2) Godron, *Mémoire sur la pélorie des Delphinium*, dans les *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, pour 1865, p. 59.

quent des exemples de siliques et de silicules formées de trois ou de quatre carpelles soudés et notamment dans le *Lunaria rediviva L.*, *Ricotia Ægyptiaca L.*, *Octodenia lybica R. Br.*, *Cheiranthus Cheiri L.*, *Draba verna L.;* j'ai revu plusieurs de ces anomalies, mais j'en ai observé de nouvelles dans l'*Erysimum cheiriflorum Wallr.*, *Brassica oleracea L.*, *Peltaria alliacea L.* (1). On sait, du reste, que la silicule du *Tetrapoma barbareæfolia Turcz.* offre souvent trois ou quatre feuilles carpellaires.

Les fruits des *Acer* sont quelquefois formés de trois carpelles ailés soudés en verticille par leur bord interne et il en est quelquefois de même de ceux du *Ptelea trifoliata L.*

Les *Datura* ont souvent leur fruit formé de trois feuilles carpellaires et s'ouvrent par six valves; cette anomalie est surtout fréquente dans leurs hybrides.

Dans les genres *Chenopodium*, *Blitum*, *Atriplex*, le nombre des styles et par conséquent des feuilles carpellaires, varie dans les différentes espèces; il est de deux, de trois ou de cinq. Les *Polygonum* présentent aussi des espèces à deux et des espèces à trois styles.

J'ai trouvé dans un fruit de *Juglans regia L.*, deux noix dans un même brou; elles étaient assez fortement comprimées sur les faces de contact et l'amande l'était elle-même. J'ai vu aussi plusieurs exemples de noix à trois ou à quatre cloisons incomplètes et convergentes, et la graine avait six ou huit lobes.

Dans les Palmiers à pistil composé, les feuilles carpellaires sont au nombre de trois; mais, dans la plupart des

(1) Godron, *Mémoire sur l'inflorescence et les fleurs des Crucifères*, dans les *Mémoires de l'Académie de Stanislas,* pour 1864, p. 343 à 348.

espèces de cette famille, deux loges avortent et la troisième seule est fertile. Dans le *Lodoicea maldavica Pers.*, une seule loge avorte et le fruit est bilobé ; mais, par exception, la troisième loge peut être également fertile et le fruit est trilobé. Le musée d'histoire naturelle de Nancy en possède un exemple.

Le *Lilium speciosum Thunb.* a, le plus souvent, sa capsule à deux loges fertiles et cet organe est comprimé. Mais on trouve aussi, dans cette espèce, des exemples de capsule à trois loges fertiles, nombre habituel dans les autres espèces du même genre.

Dans les genres *Eleocharis*, *Carex*, *Scirpus*, il y a des espèces à deux et d'autres à trois styles. Dans les *Scirpus maritimus L.* et *lacustris L.*, il y a des individus à trois styles et d'autres à deux seulement.

Dans les Graminées, il est des espèces qui offrent tantôt deux, tantôt trois stigmates. Nous pouvons citer, en nous bornant à des espèces françaises, le *Phleum Michelii All.* et le *Briza media L.*

Toutes ces variations que nous venons de signaler dans le nombre des parties des verticilles foliaires ou floraux, habituel à chaque genre ou à chaque espèce, résultent soit d'une suppression tératologique, soit d'un retour au plan de symétrie primordial, mais ces faits suffisent pour qu'on n'y attache pas une importance trop absolue, comme caractères génériques et spécifiques.

VII.

PROLIFICATIONS.

J'en ai observé quatre exemples sur des plantes appartenant à des familles assez éloignées les unes des autres.

1° Le *Dianthus sinensis L.* m'a présenté une fleur pleine, dont le calice serait parfaitement normal, s'il n'était déchiré en long d'un côté par suite de la multiplication des pétales. Les extérieurs sont grands, purpurins et lacérés à la partie supérieure du limbe; les intérieurs sont bien plus petits, serrés les uns contre les autres, frangés d'un blanc-verdâtre. Les étamines manquent. Plus intérieurement on observe un organe vert, brièvement tubuleux, muni au sommet de quatre dents libres, scarieuses aux bords, de la forme et de la longueur du calice. C'est cependant un véritable ovaire, puisque deux de ses dents opposées l'une à l'autre portent chacune un long stigmate papilleux. Dans la cavité de cet ovaire se trouvent douze petits pétales un peu exsertes et purpurins au sommet; il n'y a pas d'étamines; mais au centre se trouve un nouvel ovaire fermé, couronné par deux stigmates et contenant de petits ovules rudimentaires fixés à un placenta central.

2° Sur le *Fuchsia coccinea L.* j'ai observé une fleur dont le calice présente quatre sépales libres jusqu'à la base, régulier; quatre pétales alternent avec les sépales; une étamine alternant avec deux pétales. Au centre naît une seconde fleur, à calice quadrifide et normal; un second verticille à quatre parties libres et alternant avec les divisions calicinales; mais trois de ces parties sont colorées comme les sépales et la quatrième est complètement pétaloïde; un style et un stigmate à quatre mamelons. Il y a donc ici à la fois un exemple de prolification et deux cas de métamorphose rétrograde.

3° Un pied de *Stachys sylvatica L.* a été observé aux environs de S[te]-Menéhould par M[me] Jacquet, de Nancy, qui s'occupe avec succès de botanique et peint les fleurs avec un véritable talent d'artiste. Non seulement elle a peint

les monstruosités dont il va être question, mais m'en a adressé des échantillons desséchés et enfin le pied vivant lui-même arraché en motte, et je ne puis lui en témoigner trop de reconnaissance. Ce *Stachys sylvatica L.* a présenté plusieurs fleurs dont le calice est normal, ainsi que la corolle ; les étamines sont au nombre de 3 à 5 ; puis il y a un prolongement de l'axe portant un nouveau calice et une nouvelle corolle, tous deux assez réguliers ; sur une fleur il y a un troisième calice et une troisième corolle, avec un nombre d'étamines variable ; au-dessus, et dans les deux cas, il y a un nouveau prolongement de l'axe floral qui porte un corps exserte, ovoïde ou oblong, ressemblant à un ovaire surmonté d'un style profondément divisé au sommet, mais sans traces de papilles stigmatiques ; si on ouvre cet ovaire, on y voit quatre petits corps blancs, presque globuleux, portés chacun sur un court filament. Ces petits corps nous semblent être quatre ovules rudimentaires et les filaments qui les portent leur funicule ombilical.

Sur une autre fleur, les enveloppes florales restant les mêmes, l'ovaire porté par un prolongement de l'axe floral est fendu dans toute sa longueur et forme deux expansions pétaloides lancéolées et acuminées et couvertes d'un duvet semblable à celui des feuilles ; elles portent chacune à leur face supérieure au-dessus de leur base deux petits corps blancs pédicellés semblables à ceux que nous avons indiqués dans le cas précédent. Ces faits nous démontrent donc qu'il n'y a dans les Labiées que deux feuilles carpellaires.

Sur d'autres fleurs l'axe floral s'élève au-dessus des enveloppes de la fleur et porte trois paires de petites feuilles opposées en croix, linéaires, vertes et pubescentes.

4° Une fleur d'*Hemerocallis fulva L.* observée au jardin des plantes de Nancy, m'a présenté ses enveloppes florales sur deux rangs contigüs ; à cinq millimètres au-dessus l'axe prolongé porte trois filets d'étamines épaissis dans leurs deux tiers inférieurs, mais capillaires au-dessus et portant chacun une anthère vide et déformée ; l'axe prolongé au-dessus de quatre millimètres montre trois nouvelles étamines semblables aux précédentes et alternant avec elles ; à quatre millimètres plus haut encore on voit se succéder immédiatement trois pétales trilobés et à bords frangés, trois étamines courtes alternant avec eux, puis six pétales rudimentaires sur deux rangs, enfin trois nouvelles étamines peu développées ; au centre apparaissent de très-petites expansions foliacées.

VIII.

MÉTAMORPHOSES DES ORGANES FLORAUX.

C'est encore à madame Jacquet que je dois la connaissance des faits que je vais décrire; elle m'a donné également la plante desséchée objet de ses observations et un dessin colorié représentant cette plante, avec tous les détails des modifications que présentent les organes floraux. Il s'agit d'un pied d'*Anagallis phœnicea L.*

Une fleur est parfaitement normale, à cela près que le calice et la corolle sont écartés l'un de l'autre par le prolongement de l'axe floral long de sept millimètres.

Uue autre fleur paraît normale. Son ovaire toutefois est plutôt ovoïde que globuleux. Si on l'ouvre, on trouve au lieu d'ovules une douzaine de petites expansions pétaloïdes, blanches, imbriquées régulièrement, arrondies au

sommet et bordées de petites glandes pédicellées; elles sont fixées sur une petite colonne centrale qui représente le placenta. Il s'agit donc ici d'une métamorphose d'ovules en pétales. On connait déjà un fait, non pas semblable, mais analogue, dans le *Papaver somniferum L.*

Une autre fleur enfin, normale quant aux enveloppes florales et aux étamines, montre, au lieu d'ovaire, trois expansions foliacées, soudées brièvement à la base, inégales, vertes, ovales, aiguës, bordées de glandes pédicellées et ressemblant aux divisions du calice; au centre on trouve un corps irrégulier mamelonné.

IX.

MODIFICATION D'UNE INFLORESCENCE.

Dans un travail publié en 1866 (1), j'ai recherché le mode de formation de la grappe des Papilionacées et constaté que dans plusieurs genres de cette famille, où les inflorescences sont normalement toutes axillaires, j'ai néanmoins rencontré des grappes terminales simples ou composées sur un pied très-robuste de *Lathyrus sylvestris L.* qui à l'automne a donné une seconde floraison, et j'ai cherché à en donner l'explication.

Un fait, sinon semblable, du moins analogue, a été rencontré aux environs de Nancy par le docteur Humbert qui m'en a apporté des échantillons vivants, et nous l'avons rencontré depuis plusieurs fois. On sait que dans les *Medicago* les grappes sont latérales et, en apparence,

(1) Godron, *Observations sur les bourgeons et sur l'inflorescence des Papilionacées*, dans les *Mémoires de l'Académie de Stanislas* pour 1865, p. 131.

axillaires, comme dans les *Vicia*, *Cicer*, *Ervum*, etc. et il en est généralement de même dans le *Medicago Lupulina L.*; mais, dans le cas anormal que le docteur Humbert a vu le premier, en outre des grappes naissant à l'aisselle des feuilles, on observe sur presque toutes les tiges d'un même pied, une grappe terminale composée de petits capitules pédonculés, rapprochés et naissant à l'aisselle de petites bractées à l'exception du petit capitule qui termine directement l'axe primaire et qui le continue sans bractée.

X.

ANOMALIE DE TORSION.

J'ai rencontré, au Jardin des plantes de Nancy, une tige de *Medicago turbinata Willd.* qui portait un assez grand nombre de fruits dont la spire tourne à gauche, comme c'est l'habitude de cette espèce; mais deux autres fruits mûrs offrent une déviation bien remarquable : sur l'un les deux premiers tours, sur l'autre les trois premiers à partir de la base, tournent à droite, puis le fruit se plie transversalement et brusquement sur lui-même et tourne en sens inverse, c'est-à-dire à gauche, jusqu'au sommet, comme si la spire avait hâte de reprendre sa direction normale. J'ajouterai que les tours inférieurs déviés de leur direction habituelle sont un peu déformés, minces et privés de graines, tandis que les supérieurs sont réguliers et fertiles.

A l'occasion de ce phénomène tératologique, qu'il me soit permis de revenir sur un fait qui m'a déjà occupé. Dans notre *Flore de France* (1) : j'ai considéré comme

(1) Grenier et Godron, *Flore de France*, t. 1 (1848), p. 385.

constituant un caractère spécifique la direction suivant laquelle tourne la spire du fruit de chaque espèce de *Medicago* et Bertoloni (1) a depuis accepté mon opinion.

J'ai dû considérer ce caractère comme important en me rappelant les observations de Palm (2) et de Pyr. de Candolle (3) sur les plantes à tiges volubiles, où la direction de la spire peut être considérée comme un caractère de famille. Toutefois Soyer-Willemet et J. Gay, depuis la publication de notre *Flore de France*, m'ont fait voir des exceptions dans la direction de la spire dans deux ou trois espèces de *Medicago*. Faut-il les considérer comme de simples variétés ou comme des faits tératologiques? Depuis, j'ai fait observer (4) que quelques espèces de Mollusques à coquille turbinée, par exemple les *Helix Pomatia L.* et *aspersa Müll.* ont quelquefois leur enveloppe calcaire contournée en sens inverse de celui qui leur est habituel, ce qui n'empêche pas les Zoologistes de considérer la direction de la spire comme caractère spécifique et les rares déviations comme une monstruosité.

Je ne puis cacher toutefois que deux autorités importantes militent en faveur de l'opinion opposée, en ce qui concerne la direction de la spire du fruit des *Medicago*. C'est ainsi que M. Alex. Braun (5) et M. le docteur Ig. Urban (6) considèrent cette déviation comme constituant

(1) Bertolini, *Flora italica*, t. 8 (1850), p. 266.

(2) Palm, *Über das Winden der Pflanzen*, Tubingue, 1827, in-8°.

(3) Pyr. de Candolle, *Physiologie végétale*, t. 2, p. 387 et suiv.

(4) Godron, *Flore de Lorraine*, éd. 2, t. 1, p. 172.

(5) Alex. Braun, *Appendix tertia ad indicem seminum in horto botanico berolinensi anno* 1873 *collectorum*, p. 3.

(6) Ig. Urban, in *Botanische Zeitung*, 1873, p. 717.

une simple variété. Il nous semble toutefois qu'il serait utile, pour trancher définitivement la question, de cultiver les deux formes, aussi fréquentes l'une que l'autre, du *Medicago littoralis Rhode*, que j'ai dédoublé comme espèces.

XI.

ANOMALIES DE COLORATION.

1° Sur un vieux pied de *Corylus tubulosa Willd.* var. *purpurea*, que possède le Jardin des plantes de Nancy, et dont les feuilles sont d'un pourpre foncé, j'ai rencontré, en mai 1871, un jeune rameau muni de cinq feuilles entièrement vertes et tranchant ainsi sur le reste du feuillage du même buisson. C'est donc avec beaucoup de raison que les botanistes considèrent le *Corylus purpurea* de nos horticulteurs, comme une simple variété du *Corylus tubulosa Willd.*

2° En 1847, j'ai rencontré, dans les champs calcaires des environs de Nancy, un pied de *Melampyrum arvense L.*, dont un des rameaux, au lieu de porter comme les autres des bractées purpurines et munies en dessous de deux rangs de petites verrues noires et de corolles à lèvres purpurines, présentait au contraire des bractées d'un jaune verdâtre, sans verrues, et des fleurs d'un blanc jaunâtre. Le *Melampyrum barbatum Waldst. et Kit.* n'est donc pas une espèce distincte du *Melampyrum arvense L.* et c'est ainsi que j'ai considéré les choses dans la seconde édition de ma *Flore de Lorraine.*

3° On a déjà indiqué la présence de quelques baies de raisin noir sur une grappe de raisin blanc et la réciproque a été également observée. Je l'ai rencontrée plusieurs

fois, mais j'ai constaté, en outre, que ces baies autrement colorées que les autres, appartenaient toutes à un seul rameau de la grappe, ou à plusieurs rapprochés les uns des autres. J'ai observé aussi une grappe de raisin présentant trois zônes transversales de couleur différente; l'inférieure était formée de baies noires, la supérieure de baies blanches et l'intermédiaire de baies de couleur mordorée pâle (ce qu'on appelle raisin gris de Lorraine) et chaque zône était formée d'axes secondaires rameux distincts les uns des autres. Enfin, sur une même branche de vigne, j'ai constaté l'existence de deux raisins blancs et d'un raisin gris.

XII.

ANOMALIES PHYSIOLOGIQUES.

1° Un pied de *Phlox paniculata L.* qui s'est montré dans les semis de M. Berthier, horticulteur à Nancy, a fleuri, pour la première fois, en 1872. Rien ne le distinguait jusque-là des individus au milieu desquels il est né. Mais au moment de la floraison, les quatre inflorescences qui se sont produites ont fourni des fleurs nombreuses; depuis le 15 juillet où le bouton floral avait atteint déjà, chez beaucoup d'entre elles, leur complet développement jusqu'aux gelées, aucune d'elles ne s'est épanouie. Frappé de cette anomalie singulière, je les ai examinées avec soin et je les ai comparées aux fleurs normales de l'espèce. J'ai constaté entre elles les différences suivantes :

Le limbe de la corolle, dans ce genre, a la préfloraison tordue et forme un cône saillant avant l'anthèse; or ce

cône est du double plus gros dans notre anomalie. Par contre, le tube de la corolle est de moitié plus court et ne dépasse pas les divisions du calice. Les étamines et le pistil sont bien conformés et sont en rapport pour leur longueur avec le tube de la corolle. Les anthères s'ouvrent dans la fleur fermée, mais tardivement; leur pollen paraît régulier. Les trois stigmates d'abord accolés s'étalent ensuite comme dans la fleur normale.

Le 15 octobre, je me suis assuré que la plante était complètement stérile. L'occlusion de la fleur n'en serait-elle pas la cause? Ou bien serait-ce la fécondation par le pollen propre qui serait impossible? En 1873, les mêmes faits se sont reproduits sur le même pied et, pour écarter les deux conditions que je suppose avoir été défavorables à la fécondité, j'ai ouvert plusieurs fleurs par incision, de manière à laisser pénétrer l'air et de plus j'ai procédé sur elles à la fécondation artificielle, alors que les stigmates commençaient à s'écarter l'un de l'autre et j'ai pour cette opération employé le pollen des fleurs normales s'échappant de leurs anthères. Six fleurs opérées dans ces conditions sont restées stériles.

2° En 1865, le Président de la Société centrale d'agriculture de Nancy m'apporta au printemps une pomme de terre trouvée dans sa cave et qui, au moment de la récolte, avait été atteinte par un coup de bêche. L'entaille assez profonde laissait en dehors d'elle un lambeau épais de quatre à cinq millimètres et qui tenait à la masse dans une étendue de quatre centimètres; les lèvres de la plaie étaient béantes. Ce lambeau montrait sur sa face externe et vers son milieu un œil avec traces évidentes de l'écaille à l'aisselle de laquelle il était né. Mais cet œil ou bourgeon au lieu de se développer à l'extérieur s'était creusé bien plus que de coutume, s'était porté à l'intérieur et un

petit rameau sortait entre les lèvres de la plaie ; il portait des rudiments de feuilles étiolées. Je n'ai pas pu savoir dans quelle position ce tubercule était placé dans la cave par rapport au sol ; car ce n'est qu'après son transport à la cuisine que le fait que je viens de décrire avait été observé.

Retrouvant cette observation dans mes notes, pendant l'hiver de 1871-1872, j'eus l'idée de déposer le long du mur de ma cave, qui est un peu humide et éclairée par une petite croisée, un petit tas de pelures de pommes de terre, en ayant soin de placer en dessus la partie couverte d'épiderme. Vers la fin du mois d'avril, je trouvais sur l'une de ces pelures un nouvel exemple de bourgeon se développant en sens inverse de ce qui a lieu normalement, c'est-à-dire du côté de la plaie. Un rameau long de sept centimètres présentait quatre faisseaux de radicelles et portait cinq petites feuilles vertes de plus en plus développées et dont les trois supérieures montraient deux petits lobes latéraux. Plantée dans mon jardin, cette pelure a développé de plus en plus le rameau qui en était sorti ; il s'est fait jour au-dessus du sol ; il a atteint trente-deux centimètres, a produit des feuilles normales, mais n'a pas fleuri ; à l'automne ce pied m'a fourni quatre tubercules dont la grosseur variait depuis celle d'une noisette jusqu'à celle d'une noix.

Ce second mémoire de tératologie végétale termine l'histoire des monstruosités que j'ai observées pendant une assez longue série d'années et dont une partie a été décrite dans mes premiers *Mélanges de tératologie végétale* ; d'autres enfin sont disséminées dans plusieurs

mémoires édités depuis plusieurs années sur différents sujets et viennent à l'appui des doctrines que j'y ai professées. Le retard que j'ai mis à publier ce mémoire et le précédent a eu pour but de réunir en un même corps plusieurs observations du même genre et qui s'éclairent mutuellement. D'une autre part, les loisirs que me donne ma retraite m'ont permis de m'en occuper avec moins de fatigue et je m'empresse de terminer ce que j'avais à dire sur cette partie des sciences botaniques.



ADDITIONS

AUX

POISSONS DE MER

OBSERVÉS A CHERBOURG

PAR

M. Henri JOUAN,

Capitaine de vaisseau.

La Société des Sciences Naturelles de Cherbourg a donné place dans le tôme VII[e] de ses Mémoires, année 1859, à une liste des Poissons de mer que j'avais observés cette année là et la précédente, tant sur la côte que sur notre marché. Ce catalogue comprenait 86 espèces ou variétés. Depuis sa publication, j'en ai reconnu un certain nombre d'autres que je n'avais pas vues alors, ce qui n'a rien de surprenant, vu qu'elles sont beaucoup moins communes, et même la présence de trois d'entre elles, une Raie, une Torpille et un Squale, me paraît tout-à-fait accidentelle.

Je donne ici la liste de ces espèces, en l'accompagnant, ainsi que j'avais fait précédemment, de quelques remarques. Par la même occasion, je présenterai quelques notes, et aussi quelques rectifications, sur des espèces qui figurent dans le catalogue de 1859.

Avril 1874.

Blennius ruber, Cuv. et Valenc.

Valenciennes signale (Hist. Nat. des Poissons, T. XI, p. 156),sous le nom de *Blennie rouge*, un Blennie parfaitement semblable pour les formes au *Blennie gattorugine*, Lacép., Cuv., mais qui diffère de ce dernier en ce que ses tentacules sourciliers paraissent plus courts, et que, dans certaines circonstances du moins, il prend une teinte générale d'un rouge vif. Valenciennes donne une description succincte des couleurs de ce petit poisson, et il se demande si, malgré de grandes différences de teintes, ce n'est point un *gattorugine* dans un état passager, peut-être dans la saison de l'amour.

J'ai eu entre les mains, une seule fois en septembre 1869, un Blennie long de 0^{m}, 18, dont la forme était celle du *gattorugine*, et auquel sa coloration, où dominait le rouge, méritait l'épithète de *ruber*.

La seule différence, très-minime, avec le *gattorugine* consiste dans les tentacules sourciliers plus courts que chez ce dernier où ils ont quelquefois, pour longueur, la hauteur de la la tête. Chacun de ces tentacules, dans notre poisson, planté sur le rebord postérieur de l'orbite des yeux, est très-bas, de couleur rouge orangé, frangé de quatre petits filaments avec du jaune.

Les nombres sont : B. 6, D. 13/20, A. 22, V. 2, P. 13, C. 12. Sur le *B. ruber*, signalé par Valenciennes (Hist. des Poiss.), les nombres sont : B. 6, D. 13/20, A. 22, V. 2, P. 14, C. 13, et sur le *gattorugine* : B. 6, D. 13/19, A. 21, V. 2, P. 14, C. 13.

Les yeux de notre poisson, très-hauts, rapprochés, ont l'iris d'un bleu sombre, entouré d'un cercle rouge. De même que dans le *gattorugine*, on remarque derrière les orbites une échancrure produite par une dépression du crâne. La ligne latérale, très-bien marquée dans la

partie antérieure, suit à peu près une courbure parallèle à celle du dos, un peu plus convexe toutes fois au dessus des pectorales, jusqu'à la moitié de la longueur environ : là, elle se recourbe brusquement pour rejoindre la caudale en ligne droite par le milieu du corps. La dorsale commence sur la nuque et est échancrée assez profondément vers son milieu, à la rencontre des rayons mous et des rayons épineux qui diffèrent très-peu les uns des autres par leur aspect. La partie molle de la dorsale est un peu plus élevée, d'un cinquième environ, que la partie épineuse. Le rayon interne des nageoires jugulaires est le plus long.

Les couleurs de ce poisson diffèrent quelque peu des couleurs du *B. ruber* de Valenciennes. La teinte générale est d'un brun violâtre, plus claire, rougeâtre, vers les parties inférieures. Sur les flancs on remarque sept ou huit bandes verticales plus foncées, nuageuses, un peu étranglées à leur milieu. Le dessous de la mâchoire d'en bas et les parties inférieures du corps sont rougeâtres. Les lèvres sont d'un beau rouge orangé, les ventrales également ; la membrane de la dorsale gris brunâtre, marbrée, mais les rayons, et les petits fragments membraneux à l'extrémité de ceux-ci, sont rouge orangé assez vif. L'anale montre les mêmes teintes. Les rayons des pectorales et de la caudale sont rouge feu, d'une nuance plus vive à l'extrémité extérieure qu'à l'origine.

Je n'ai vu que ce seul Blennie, ainsi coloré, dans nos parages. Doit-on le rapporter au *B. ruber*? Oui, sans aucun doute, car les différences qu'il a avec ce dernier, tel qu'il est décrit dans l'Hist. Nat. des Poissons, sont peu sensibles ; mais, d'un autre côté, doit-on le regarder ainsi que le *B. ruber*, Cuv. et Val., comme le *B. gattorugine* dans un état passager ?

Le *gattorugine* est surtout un poisson de la Méditerranée : on le voit dans l'Océan, mais il paraît y être moins commun. Je l'ai rencontré sur notre côte : j'ai vu, au mois de juillet et au mois de novembre, des individus avec les tentacules sourciliers rouges, mais les teintes du corps sont ordinairement distinctes de celles du Blennie que je viens de décrire. En général, le fond du corps du *gattorugine* est gris brunâtre, avec des bandes verticales, quelquefois obliques ou disposées en échiquier, brunes, noirâtres, nuageuses, irrégulières. Quelquefois, la teinte générale est jaunâtre, verdâtre ou olive. Les tentacules sourciliers sont ordinairement noirs; souvent leurs franges sont blanches ou tachetées de blanc.

On peut poser en principe que, dans l'espèce *B. gattorugine*, les couleurs varient beaucoup, de sorte qu'on ne peut pas dire que le *B. ruber* ne doit pas être rapporté à cette espèce, ainsi que le fait pressentir Valenciennes. La coloration des poissons est loin d'être un caractère spécifique, chez toutes les espèces du moins. On remarque souvent, chez les poissons de la famille des Gobioïdes, de petites taches rouge feu sur les nageoires, les lèvres. Je les ai observées sur des individus ne différant en rien, par ailleurs, du *Gobius niger*, L., si commun sur tous les points rocailleux de notre littoral.

Peut-être des observations suivies dans un aquarium donneraient-elles une solution à ces points controversés, mais est-on certain que, dans un aquarium, les poissons se comportent toujours comme ils le feraient dans un milieu plus libre? Il est évident que je n'ai pas la prétention de supprimer le doute émis par Valenciennes sur l'identité, ou la non-identité du *B. ruber* avec le *B. gattorugine*. J'ai voulu seulement signaler la présence, sur notre littoral, d'un poisson se rapportant à la première de ces deux espèces.

Raniceps raninus, Cuv. — *Raniceps trifurcatus*, Fleming. — *Blennius raninus*, Gmel. — *Batrachoïdes blennioïdes*, Lacép.

Poisson des mers du Nord de l'Europe. Je n'ai vu, en tout, que deux individus, un tout petit, pris au large de de la Digue en 1864, et un autre long de 0m 25, apporté au marché en décembre 1873.

Cyclopterus Lumpus. L. — Si ces poissons sont aussi féconds que le disent tous les auteurs, comment se fait-il qu'ils ne paraissent pas plus souvent sur notre marché? Depuis quinze ans, je n'y en ai vu que trois : un individu long de 0m 35 d'une teinte générale rouge brun, avec le ventre, les lèvres et une partie des nageoires couleur de carmin : deux autres, de la même taille, avaient le dos et les flancs noirs et gris foncé, le ventre blanchâtre. Nos marchands appellent ce poisson *gras seigneur*, et le considèrent comme très-rare.

Salmon Salar, L. — Les *Saumons*, qui autrefois ne paraissaient que très-rarement sur notre marché, pour ainsi dire jamais, y sont plus communs depuis quelques années. On en compte une vingtaine par an, pris pour la plupart dans la rade, quelques uns dans l'avant-port du commerce. La taille moyenne de ceux qu'on voit au marché ne dépasse guère 0m 50. Dans les premiers jours de mai 1873, on en a pris un dans la rade, qui avait près d'un mètre de longueur.

Pleuronectes Cardina, Cuv. — La *Calimande*, connue par nos marchands sous le nom de *Limandier* (1). Rare

(1) Sur les côtes du Calvados, on appelle *Limandier* la *Platessa limandoïdes*. Je crois bien avoir vu cette dernière espèce à Cherbourg, mais je n'oserais l'affirmer.

autrefois sur le marché, elle y paraît plus souvent aujourd'hui, apportée par les grandes barques.

Platessa lævis, Turton. — *Limandelle*, Lacép. — *Platessa microcephala*, Fleming. — *Pleuronectes cynoglossus*, L. — *Pleuronectes microcephalus*, Donovan. — *Cynoglossa microcephala* Bonap.

C'est cette espèce qui est enregistrée, à tort, comme la Pole dans le catalogue de 1859. Elle est assez rare à Cherbourg.

Syngnathus æquoreus, L. — Un individu provenant de la côte du Val-de-Saire.

Acipenser Sturio, L. — Les *Esturgeons* sont rares. Chaque année quatre ou cinq individus paraissent sur le marché, provenant, le plus souvent, de l'embouchure de l'Ouve.

Rhinobatos Duhameli, Blainv. — Me paraît être très-rare dans nos parages; du moins, je n'ai vu qu'un seul individu, il y a plusieurs années, que les marchands appelaient *Ange*, de même que le *Squatina vulgaris*, Risso. Le *Rhinobate* est plutôt un poisson de la Méditerranée que de l'Océan.

Raia Cuculus, Lacép. — M. de la Blanchère (Nouveau Dictionnaire des Pêches, 1868) dit que la *Raie Coucou* est commune à Cherbourg et à l'embouchure de la Seine; Lacépède la signale comme moins rare à Cherbourg qu'à l'embouchure de ce fleuve. Pour ma part, je n'ai jamais vu qu'un tout petit individu de cette espèce, sur le marché de Montebourg, en 1864.

Raia Miraletus, Lacép. — La Raie décrite comme une *Raie ronce*, sous le n° 3, dans le Catalogue de 1859, est

le *Miraillet*, que nos marchands appellent *Raie grise*, comme la *Raie ronce*. Le *Miraillet*, qui est signalé comme étant de la Méditerranée, et qu'on pêche en abondance dans les parages d'Arcachon (A. Lafont, *Ann. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, 1866), ne semble pas être très-commun chez nous.

Torpedo vulgaris, Cuv. — Le 4 novembre 1872, on a apporté sur le marché une *Torpille* du poids de 2 kil. 1/2 environ. Cette espèce était inconnue des pêcheurs et des marchands.

Myliobatis Aquila, Duméril. — Quelques jours auparavant, mon attention avait été attirée par une Raie de forme particulière, pesant environ 3 kil. 1/2, dans laquelle il était facile de reconnaître, au premier coup d'œil, la *Raie aigle*, *Mourine*, *Rate-penade*, des côtes de Provence où elle est commune, et se montre quelquefois pesant 150 kilogrammes. Cette Raie était tout-à-fait inconnue aux marchands de Cherbourg.

Carcharias Lamia, Risso. — *Prionodon lamia*, Mull. et Henle.

J'ai signalé, dans la liste publiée en 1859, le *Carcharias glaucus*, Cuv., la *Peau bleue*, mais il est plus probable que le *Haut* sans évents, assez rare du reste à Cherbourg, est le *C. lamia*, Risso ; il a en effet le dessus du corps d'un brun cendré clair, au lieu de l'avoir bleu foncé comme le *C. glaucus*.

Oxyrhina Gomphodon, Mull. et Henle. — *Oxyrhina Spallanzani*, Bp. *Faune Ital.*, A. Duméril.

J'ai vu pour la première fois, le 2 juillet 1873, ce Squale sur notre marché, représenté par un jeune indi-

vidu, long de 0^m 70 environ. Par son museau conique, allongé, relevé, criblé de petits trous, la forte saillie en forme de carène de chaque côté de la queue, ses trois rangées de dents allongées, mobiles, aiguës, la position relative des nageoires et leur forme, il ressemble beaucoup au *Squale nez* (*Lamna Cornubica*, Cuv., *Taupe* de nos pêcheurs), avec lequel il a été confondu. Il en diffère par les teintes du corps, surtout chez les jeunes, qui sont bleu foncé en dessous et blanc sale en dessous, et par ses dents plus longues et plus élancées que celles du *Lamna Cornubica*, et sans dentelures à leur base.

Ce Squale n'est pas rare sur les côtes du Portugal où les pêcheurs l'appellent *Annequin*; il arrive à la taille de 2^m à 2^m 50. MM. Jose Vicente Barboza du Bocage et Felix de Brito Capello, dans leurs *Notes pour l'Ichthyologie du Portugal*, *Poissons plagiostosmes*, Lisbonne, 1866, donnent une très-bonne figure d'un jeune qui ressemble tout-à-fait à celui que j'ai vu, et qui avait été apporté par une des grandes barques.

Petromyzon marinus. — On m'avait signalé la *Lamproie* sur notre côte, mais elle ne doit pas être très-commune, car ce n'est qu'en mars 1868 que j'ai vu, pour la première fois, un individu long de plus d'un mètre, qui avait été pris dans un filet, à l'entrée des jetées du port de commerce. Les pêcheurs l'appelaient *Anguille-musique*. Pendant le printemps de 1868, les journaux signalèrent la présence de très-nombreuses Lamproies aux embouchures des cours d'eau qui se jettent dans la Manche. Depuis cette époque, à peine en a-t-on vu trois ou quatre sur le marché.

Labres et Crénilabres.

Le genre *Labre* et le genre *Crénilabre* sont représentés

sur notre côte par des espèces ou des variétés nombreuses, confondues par nos pêcheurs sous le nom général de *Vras*. Pourtant ils appellent plus souvent *Violons* ceux de forme allongée ; les Crénilabres portent aussi souvent le nom de *Vieillottes*, et dans la Hague, celui de *Sanaises*. Sur les côtes de Bretagne, les Labres s'appellent *Vieilles*.

Le genre Labre compte, sur notre côte, trois espèces dont la plus répandue de beaucoup,

(1°) **Labrus Bergylta**, Ascan., Fries et Eckstr., comprend tous les *Vras* communs des côtes de l'Europe baignées par l'Océan, quelle que soit la diversité des couleurs qu'ils présentent, l'olive, l'aigue-marine le rouge, le jaune, le vert, etc., etc. (1). Ces différences de coloration avaient jeté une confusion inextricable dans la classification des Labres, en grande partie basée dessus par les anciens auteurs; mais, quelles que soient ces variations de robe, les caractères essentiels sont les mêmes que ceux du *Labrus bergylta* ou *Vieille rouge* des côtes de Norvège, pris pour type par Ascanius, et appelé ainsi par lui du nom de *bergylt* que donnent les pêcheurs Norvégiens à ce poisson.

M. Valenciennes a cependant décrit, comme une espèce à part, mais avec doute, sous le nom de *Labrus Donovani*, des Vras où le vert domine, ce qui leur a valu de la part des pêcheurs bretons le nom de *Vieilles vertes*. Ces Vras sont très-communs chez nous : j'ai décrit deux de ces poissons, dans le catalogue publié en 1859. Sur quelques individus, le vert domine encore davantage : il y en a qui sont tout-à-fait vert-pré.

La coloration de chaque individu demanderait presque une description particulière; mais, tout en admettant que

(1) Valenciennes. Hist. Nat. des Poiss. T. XIII, p. 15.

ces différences de couleur ne constituent pas des différences spécifiques, il est à remarquer qu'elles sont assez constantes, plus qu'on ne l'a dit.

N'est-ce pas à une très-belle variété que j'ai décrite (Tôme VII des Mém. de la Soc. des Sc. Nat. de Cherbourg, p. 127, *b*), et à d'autres, dans lesquelles la couleur carmin domine, qu'on doit rapporter le *Labrus comber*, Pennant *ex* Rai, que quelques naturalistes anglais ont signalé comme une espèce propre aux côtes de la Grande Bretagne? Pour M. Valenciennes, le *L. comber* serait tout simplement une variété du *L. bergylta*.

Cependant M. de la Blanchère, dans son « Nouveau Dictionnaire des Pêches, 1868, » donne la description et une figure d'un Labre qu'il appelle *Vieille rouge* ou *Labrus comber*, Rai.

D'après lui, le *L. comber*, Rai, *Comber Wrass*, des Anglais, est plus petit que le *L. bergylta*, plus mince; ses mâchoires sont plus longues : sa couleur générale est le rouge-fuchsia; les lèvres sont rouges; l'œil est rouge avec un cercle aigue-marine; la pupille est entourée d'un cercle doré. Cette description, que j'abrège, a été été faite sur de petits individus pris en rade de Brest. J'ai eu dernièrement, du Becquet, un individu, long de 0^{m} 19, qui y répondait entièrement. Le corps paraît plus allongé que dans les autres *Vras*, et de prime abord, on est tenté de l'en séparer. Cette variété est assez rare chez nous, du moins avec des couleurs aussi belles et aussi constantes.

On voit que la classification de ces poissons, bien qu'ils soient excessivement communs, est encore pleine de doutes; la synonymie suivante, quoique très-abrégée, en fournira la preuve.

Labrus Bergylta, Ascan., Fries et Eckstr., du nom donné par les pêcheurs Norvégiens à la *Vieille rouge*.

Syn. — Vieilles rouges. — *Labrus tinca*, Shaw (et non *L. tinca*, L., Bonn., qui est un Crénilabre de la Méditerranée). — *L. maculatus*, Bloch. — *L. aper,* Retzius (*Fauna Suecica*). — *L. comber*, Rai, Pennant.

Vieille commune. — *Perroquet de mer* en Bretagne, variété bleue et verte à réseau vermillon. — *Labre neustrien*, Lacép. — *Carpe de mer*, Duhamel.

Vieilles jaunes. — *Ballan wrass*, des Anglais. — *Labrus ballan*, Pennant. — *L. aper*, Retzius.

Vieilles vertes. — *Labrus Donovani*, Valenc. — *L. suillus*, L. — *L. lineatus*, Donovan, Turton. — *L. Cornubiensis*, Couch. — *Green fish*, des Anglais, etc., etc.

Ces différentes variétés habitent ensemble les côtes rocailleuses de l'Europe baignées par l'Atlantique et remontent en Norvége. Elles n'entrent pas dans la Méditerranée.

La deuxième espèce de nos côtes est le

(2°) **Labre varié**. Syn. *Labrus mixtus*, Artedi.— *L. ossifragus,* L. — *Turdus perbellè pictus*, Willughby. — *Stripped wrass*, *L. lineatus*, Pennant, Bonn. — *L. coquus*, *variegatus*, Gmel. — *L. cœruleus*, Bonn. — *L. vetula*, Bloch. — *Labre mêlé mâle*, *L. mixtus masc.*, Fries et Eckstr. — *Coquette bleue*, de la Blanchère. — *Violon*, à Cherbourg, etc., etc.

« En voyant cette synonymie, dit M. Valenciennes *(loc. » cit.)*, on doit s'étonner qu'on ait si mal déterminé un » poisson aussi commun dans la Méditerranée et dans » l'Océan, bien plus facile à reconnaître et à caracté- » riser que la Vieille ordinaire. »

J'ai décrit (catal. de 1859) une des variétés où le bleu et le rouge dominent. Ces variétés sont rares à

Cherbourg ; tout au plus, paraît-il une trentaine d'individus chaque année au marché.

Dans la figure, donnée par M. de la Blanchère, de la *Coquette bleue*, *L. mixtus masculus*, Fries et Eckstr., le jaune et le bleu dominent. Cette variété est encore plus rare à Cherbourg que la précédente.

La troisième espèce est le

(3°) **Labre à trois taches.** Syn. *Violon*, à Cherbourg. — *Coquette* en Bretagne. — *Labrus trimaculatus*, Bonn., Pennant, Bloch. — *L. carneus*, Ascan., Bloch., Lacép. — *L. mixtus fœmina*, Retzius. — *L. exoletus fœmina*, Fries et Eckstr.

J'ai décrit cette espèce (*loc. cit.*) qu'on voit dans la Méditerranée et sur les côtes de l'Europe septentrionale : elle est peu commune chez nous. Souvent les trois taches noires du dos se réduisent à deux, quelquefois à une ; quelquefois il n'y en a pas du tout.

Les *Crénilabres*, très-nombreux dans la Méditerranée, sont moins communs dans l'Océan. Les côtes de l'Angleterre en posséderaient plus que les autres côtes de l'Europe septentrionale ; le nombre des espèces cataloguées est très-grand, mais il est probable que, comme pour les Labres, il y a des doubles emplois et des variétés comptées comme espèces. La confusion est aussi grande que parmi les Labres.

Dans ma liste publiée en 1859, j'ai décrit trois de ces poissons, *a*, *b*, *c*, dont le premier et le troisième, d'après M. Duméril, doivent être rapportés au *Crenilabrus melops*, Cuv. et Valenc. Le deuxième, *b*, est probablement le *Crénilabre Norvégien, C. Norvegicus*, Valenc., *Lutjanus Norvegicus*, Bloch, *Perca maculosa*, Retzius.

Depuis lors, j'ai reconnu trois variétés constantes dont deux doivent aussi, il me semble, être rapportées au *C. melops*.

d — Le dos et les flancs verts et aigue-marine, recouverts par un réseau de mailles brunes. La dorsale vert d'eau, avec trois lignes longitudinales brun clair. Le ventre blanchâtre. Sous la gorge, des traits obliques de haut en bas et d'avant en arrière, de couleur brun clair et orangé avec des reflets dorés. Les ventrales aigue-marine; les pectorales jaunâtres. Une tache bleue derrière l'œil, irrégulière, oblongue de bas en haut.

e — L'iris vert, ou plutôt aigue-marine. Couleur générale du corps olivâtre, devenant plus claire aux parties inférieures. Sur tout le corps, un réseau dont les lignes ont des reflets mordorés; des points et des lignes de même nuance sur la dorsale, l'anale et les ventrales dont les membranes sont vert d'eau très-pâle, transparentes. Une tache noire, oblongue de haut en bas, derrière l'œil; une tache noire, irrégulière, à l'origine de la caudale, juste au-dessous de la ligne latérale.

f — L'iris rouge laque. La partie antérieure du dos noirâtre. Les flancs sillonnés de lignes longitudinales formées par des taches irrégulières noirâtres, et des lignes rosées. La gorge, le bas des joues, le ventre, marqués de vermillon un peu clair; une petite tache noire à l'origine de la caudale, juste au-dessous de la ligne latérale. La dorsale de couleur terne, avec du rose à sa partie inférieure et une bordure noirâtre, mal définie, vers son bord extérieur. Une tache noire, à peu près rectangulaire, aux 2/3 de la longueur de la dorsale; une petite tache noire au bas des derniers rayons mous. Les pectorales jaune clair à reflets rosés: à leur insertion, un croissant noir, tournant sa concavité vers le museau. Les ventrales incolores avec des reflets rosés, noirâtres au bout. La caudale marquée par des lignes verticales que forment des points mordorés.

Haut-Bar. *Sciæna aquila*, Cuv. et Valenc.

Tous les ans, ordinairement pendant l'été, on apporte au marché quelques grands poissons auxquels on donne, à Cherbourg, le nom de *Hauts-Bars* à cause de leur ressemblance avec le Bar commun (*Labrax lupus*, Cuv. et Valenc.); mais le manque complet de dents aux palatins, au vomer et sur la langue, les écarte de la famille des Percoïdes à laquelle appartiennent les Bars, et les place dans celle des Sciénoïdes. Valenciennes (Hist. nat. des Poissons, T. V, p. 21) décrit l'espèce que l'on voit chez nous sous l'appellation de *Sciæna aquila*.

Plusieurs auteurs rapportent, sur la foi des pêcheurs, que, quand ces poissons nagent en troupe, ils font entendre une espèce de mugissement, un bruit sourd selon les uns, un sifflement aigu suivant les autres, qu'on entendrait d'une profondeur de vingt à trente brasses. Aucun pêcheur de Cherbourg n'a pu me renseigner sur cette particularité qui me paraît assez douteuse malgré l'autorité des naturalistes qui la rapportent; mais il est juste de dire que nos pêcheurs ont peu d'occasions de prendre des Hauts-Bars, tandis qu'on en fait quelquefois d'importantes captures, d'un seul coup de filet, dans la Méditerranée et dans le Golfe de Gascogne.

Il paraît que, dans la Méditerranée, c'est le long des côtes méridionales que les Haut-Bars se propagent : on y trouve de petits individus, tandis que sur les côtes septentrionales de cette mer, on n'en rencontrerait que de très-grands. On en prend aussi de petits sur les côtes d'Espagne baignées par l'Atlantique, et dans le Golfe de Gascogne.

Je n'en ai jamais vu de petits sur notre marché; tous ceux qui y ont été apportés à ma connaissance, depuis vingt ans, avaient au moins un mètre et demi de lon-

gueur. On en prend *aux cordes*, avec les gros Congres, dans les environs des Casquets et du cap de la Hague. En 1869, j'en ai compté huit sur le marché en juin et juillet; pendant l'été de 1871, ils ont été plus communs pendant les mêmes mois, et un jour, on en a apporté à la fois six de très-grande taille.

A mesure qu'on s'avance vers le Nord, l'espèce paraît devenir plus rare; dans sa *Zoologie Britannique* (1768), Pennant, si bon observateur, n'en fait aucune mention.

L'époque à laquelle ces poissons se montrent dans le golfe de Gascogne et chez nous, c'est-à-dire du mois de mai à la fin de juillet, temps de l'apparition des Sardines, des Harengs, des Maquereaux, semblerait indiquer que c'est une grande espèce vorace, suivant les poissons voyageurs qui lui offriraient une proie assurée.

La chair de ces magnifiques poissons est très-délicate.

Sole blonde. — On voit fréquemment, sur le marché, de petites Soles qui, par leur aspect général, diffèrent des Soles ordinaires (*Solea vulgaris*, Cuv.), et cette dissemblance est tellement constante, qu'on doit se demander si l'on est en présence d'une autre espèce ou d'une simple variété. Je pencherais volontiers vers la première opinion. Les marchands les appellent *Soles blondes*.

La disposition des nageoires est la même que dans la Sole commune; les pectorales sont également très-petites; celle du côté droit est pareillement noire en partie : les lignes latérales sont placées de la même manière. Ce qui à la première vue semble faire différer les *Soles blondes* des autres, c'est que le corps paraît être un peu plus large, plus trapu en avant, la tête un peu plus grande. Les écailles du côté droit (le côté sombre) sont peut-être encore plus rudes; ce côté est beaucoup plus clair, fauve avec des traits

vermiculaires blanchâtres, et parsemé de points noirs irrégulièrement placés, inégaux, les plus grands ayant la dimension de la tête d'une forte épingle.

Il me semble que la taille des *Soles blondes* est, en général, petite : du moins je n'en ai pas vu dont la longueur dépassât 0^m, 25. La coloration particulière et l'aspect général de cette variété (?) ne doivent pas être attribués au jeune âge, car on voit de petites Soles communes, des mêmes dimensions, dont la coloration et l'aspect sont bien différents.

Lacépède, d'après Noël, signale un Pleuronecte qu'on prend auprès de l'embouchure de l'Orne, et que l'on nomme *Cardine*. Il le considère comme une variété de la Sole : la tête est beaucoup plus grande et plus allongée que celle de la Sole ; le côté *droit* est d'un fauve roux assez clair. Est-ce la *Sole blonde* de nos marchands ? Probablement que oui, à moins que ce ne soit la Calimande (*Pl. cardina* Cuv.), qui a, en effet, la tête plus grande et plus allongée que la Sole ; mais dans la Calimande, ce n'est pas le côté droit qui est le côté sombre, mais le gauche.



OBSERVATIONS

SUR QUELQUES ALGUES

POSSÉDANT DES ZOOSPORES DIMORPHES

PAR

MM. Ed. JANCZEWSKI & J. ROSTAFINSKI

Membres correspondants de la Société.

La découverte de la copulation des zoospores est une des plus graves pour l'algologie. M. Pringsheim, à qui revient l'honneur d'avoir révélé ce phénomène dans le *Pandorina Morum* (1), y a démontré un acte sexuel s'opérant d'une manière différente que dans les autres algues. Ce fait constaté, il en naquit la supposition que quelque chose d'analogue pourrait se passer dans les autres algues zoosporées dont on ne connaît pas les organes sexuels, et surtout dans celles qui possèdent des zoospores de deux sortes.

M. Thuret a démontré, dans son travail classique sur les zoospores (2), qu'il y a beaucoup d'algues dont les zoospores sont tantôt plus grandes, tantôt plus petites.

(1) PRINGSHEIM. *Über Paarung von Schwärmsporen.* Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1869.

(2) G. THURET. *Recherches sur les zoospores des Algues.* Annales des sc. natur. 3e sér. vol. XIV.

Les recherches de M. Cramer sur l'*Ulothrix zonata* (1) et d'un de nous sur le *Chlamydomonas multifiliis* (2) firent soupçonner que ce sont les petites zoospores qui pourraient être susceptibles de copuler et de donner pour résultat des véritables zygospores. Si cette supposition était réalisée, la sexualité de toutes les Phéosporées et d'un grand nombre de Chlorosporées serait mise hors de doute.

Le mouvement et la germination des zoospores sont surtout attrayants, et l'un de nous a étudié ces phénomènes à Cherbourg en 1872. Les résultats furent toujours négatifs ; les zoospores issues des sporanges uniloculaires (*Asperococcus bullosus*, *A. echinatus*, *Castagnea virescens*, *Sphacelaria cirrhosa*) germaient immédiatement et sans copulation préalable, de même que celles qui étaient engendrées dans des sporanges pluriloculaires (*Leathesia tuberiformis*, *Ectocarpus siliculosus*, *Sphacelaria cirrhosa*).

Pendant notre séjour à Antibes, nous avons fait des expériences de ce genre sur l'*Ulva enteromorpha*, le *Bryopsis muscosa* et sur quelques Phéosporées, en y apportant toute la précision possible.

Nous vîmes les zoospores des Phéosporées sortir de leurs sporanges, se mouvoir et germer parfaitement en vingt-quatre heures sans aucune copulation préalable, n'importe si les zoospores étaient engendrées dans des sporanges uniloculaires (*Asperococcus compressus*), ou bien dans des sporanges pluriloculaires (*Ectocarpus simpliciusculus*). Les anthérozoïdes du *Cutleria adspersa*

(1) Botanische Zeitung, 1871, n°s 5 et 6.

(2) Rostafinski. *Paarung der Schwärmsporen*. Botan. Zeit. 1871, n° 46.

étaient, dans des conditions semblables, complètement désorganisés en vingt-quatre heures, et leur nature d'organes fécondants n'était nullement douteuse.

Il résulte de ce que nous venons de dire, que l'attention des algologues doit se porter, non sur l'étude des zoospores des Phéosporées, mais sur la recherche d'organes femelles qui ont jusqu'à présent échappé à toutes les observations.

Dans l'*Ulva enteromorpha*, les grandes zoospores à quatre cils levaient parfaitement dans nos cultures, tandis que les petites à deux cils ne germaient pas, mais se désorganisaient toujours après un certain temps. Ce fait assez inattendu attira notre attention, et nous avons bien des fois répété nos expériences, toujours avec le même résultat.

Quand on place sur un verre une goutte d'eau renfermant à la fois de petites et de grandes zoospores, on devient témoin d'un phénomène bien curieux. Les microzoospores s'assemblent du côté de la fenêtre, tandis que les macrozoospores s'accumulent sur le bord opposé. Dès qu'on retourne le verre, on voit les microzoospores se précipiter vers la lumière et atteindre le bord de la goutte en quelques secondes, tandis que les macrozoospores, qui sont loin d'être aussi agiles, n'atteignent le bord opposé que sensiblement plus tard.

Le mouvement des petites zoospores dure beaucoup plus longtemps que celui des grandes. En vingt-quatre heures celles-ci sont toutes immobiles et se disposent à germer; on en voit même une certaine quantité ayant déjà commencé à germer. Le mouvement des microzoospores est excessivement vif et dure souvent au delà de vingt-quatre heures; au bout de deux jours elles sont complètement désorganisées.

Contrairement aux observations de M. J.-E. Areschoug (1), nous n'avons jamais vu le moindre indice de copulation véritable entre des microzoospores, mais bien souvent ces corpuscules accolés deux à deux par leur rostre; après un certain temps ils se séparaient et s'agitaient comme tous les autres. Souvent aussi, nous avons vu ces corpuscules réellement soudés par leur rostre et même par une partie de leur surface latérale; on pourrait croire dans ce cas que ce serait là le commencement d'une copulation véritable. Cependant, quand nous suivions ces corpuscules pendant un quart d'heure ou même plus longtemps, nous n'avons jamais aperçu la soudure avancer, et il était évident que ces corpuscules doubles ne représentaient que des microzoospores monstrueuses. Il nous semble que ce sont celles-ci que M. Areschoug a prises pour des zoospores en voie de copulation.

Les expériences sus-mentionnées nous ont appris que les microzoospores de l'*Ulva enteromorpha* ne sont pas susceptibles de germer. Si l'on trouve quelquefois parmi leurs débris des corps verts arrondis, ce sont toujours des macrozoospores qui n'ont pas encore levé. Il est presque impossible d'avoir des microzoospores complètement pures.

Le fait que les microzoospores de l'*Ulva enteromorpha* ne germent pas étant constaté, il est impossible de définir en ce moment le rôle que jouent ces corpuscules dans la reproduction de la plante. L'idée que ce sont des anthérozoïdes est un peu difficile à admettre, quoique l'on connaisse beaucoup d'algues marines possédant des

(1) J.-E. Areschoug. *Observationes phycologicæ.* Pars secunda: *De Urospora mirabili et de Chlorozoosporarum copulatione.* 1874.

anthéridies incontestables, et dont les organes femelles sont encore parfaitement inconnus. Peut-être vaudrait-il mieux supposer que les microzoospores exigent pour leur germination des conditions toutes différentes de celles qui conviennent si bien aux macrozoospores.

Nos recherches sur les zoospores du *Bryopsis muscosa* sont aussi restées sans succès. Les zoospores de cette algue toujours munies de deux cils passaient à l'état de repos sans copulation préalable. Etant obligés d'interrompre nos expériences, nous n'avons pu voir la germination des zoospores qui, comme l'a montré M. Thuret, n'a lieu qu'après quelques semaines.

Parmi les nombreux échantillons de cette algue ramassés pour nos recherches, nous avons trouvé sur un rocher exposé au soleil des individus d'un aspect singulier. Les pinnules inférieures étaient plus ou moins brunes, tandis que les autres étaient de couleur normale : vertes ou vert-olivâtres. Examinées au microscope, ces pinnules anomales contenaient un protoplasma brunâtre, tantôt irrégulièrement disposé et renfermant des globules verts, tantôt formant un réseau pariétal, tandis que le suc cellulaire était rose. Prises en culture dans les cellules de M. Van Tieghem, ces pinnules donnaient des milliers de petites zoospores dont la formation commençait tantôt au sommet, tantôt au centre ou la base de la pinnule. L'évacuation de la pinnule s'opérait par une ouverture dont la position n'était nullement déterminée.

Si la pinnule renfermait des globules de protoplasma plus ou moins coloré en vert, ceux-ci étaient entraînés par le courant des zoospores et restaient ensuite immobiles. Les zoospores étaient brunes pour la plupart, les autres étaient verdâtres ou tout-à-fait incolores ; leur rostre était muni de deux cils. Après un certain temps de

mouvement, elle se désorganisaient complétement sans présenter aucun indice de germination.

Comme rudiment de ces productions singulières finissant par donner des zoospores, nous pouvons considérer des portions de protoplasma réfringent et incolore que nous trouvions à l'intérieur des pinnules encore vertes mais voisines des pinnules brunes. Il n'est nullement douteux que ces formations singulières dont nous avons parlé ne soient identiques avec les organes que M. Pringsheim a trouvés dans le *Bryopsis cupressoides* et le *B. Arbuscula* (1), qu'il a d'abord désignés comme étant des microzoospores et à qui il a ensuite attribué le rôle d'anthérozoïdes du *Bryopsis*. D'après notre avis, il faudrait envisager la chose tout autrement, et considérer ces productions, non pas comme des organes du *Bryopsis*, mais comme des organismes parasites voisins des Chytridiés, détruisant à leur profit le protoplasma et le pigment de la pinnule.

Notre supposition semble être confirmée par le développement de ces productions, par l'inconstance ou l'absence complète de la chromule dans les zoospores et enfin par cette circonstance que sur le même rameau qui porte ces productions, on trouve aussi des pinnules donnant des zoospores complétement normales.

De tout ce qui a été dit précédemment, nous pouvons déduire les conséquences suivantes :

1° Les zoospores des Phéosporées germent immédiatement et sans aucune copulation préalable, n'importe qu'elles soient engendrées dans des sporanges unilocu-

(1) Pringsheim. *Über männliche Pflänzchen and Schneärmsporen der Gattung Bryopsis*. Monatsberichte der Berliner Akad. der Wissenschaften. 1871.

laires, ou dans des sporanges pluriloculaires. Il faut par conséquent considérer les zoospores de ces algues comme des organes de reproduction asexuée.

2° Les anthéridies du *Cutleria* et du *Tilopteris* découvertes par M. Thuret, doivent être considérées comme étant les organes mâles de ces algues. Les anthérozoïdes qui s'en échappent étant complétement semblables à ceux des Fucacées, ils doivent exercer comme ceux-ci l'action fécondante sur des organes femelles encore inconnus jusqu'à ce jour.

3° Dans l'*Ulva enteromorpha*, les macrozoospores sont des organes de reproduction asexuée. Les microzoospores ne germent jamais dans les conditions normales; leur rôle dans la reproduction de la plante est complétement obscur.

4° La copulation des zoospores du *Bryopsis* n'a pu être trouvée. Les organes signalés par M. Pringsheim comme étant les anthéridies de ces algues sont probablement des parasites; néanmoins une étude spéciale est indispensable pour qu'on puisse se prononcer sur leur nature.

Antibes, 14 avril 1874.



OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

de Juillet 1873 à Avril 1874.

---

§ 1er. — *Ouvrages donnés par le Gouvernement.*

Ministère de l'Instruction publique. — Revue des Sociétés savantes des départements, 5e sér. IV (nos 5-6) 1872; V (nos 1 à 6) 1873; VI (nos 1-2) 1873. 8°. — Table générale des Bulletins du Comité des travaux historiques et de la Revue des Sociétés savantes. 1873. 8°. — Dictionnaire topographique du Département de la Dordogne. 1873. 4°.

Ministère des Travaux publics. — Documents statistiques sur les routes et les ponts. 1873. 4°. — Etat de l'éclairage et du balisage des côtes de France au 1er janvier 1872. 8°. — Rapport sur l'amélioration sanitaire et agricole de la Dombes. 1859. f°. — (Divers ouvrages publiés sous les auspices du Ministère des Travaux publics. 38 volumes).

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. — Exposition universelle de 1861. Travaux de la Commission française sur l'industrie des nations. T. I, 8e partie, et Rapports, Listes etc. 1873. 8°. — Commission des engrais. Enquête sur les engrais industriels, I et II. 1865-66. 4°. — Concours d'animaux reproducteurs, etc. en 1860, et en 1862. (1863-66). 8°. — Concours d'animaux de boucherie en 1860, 1861, 1862 (1863-67). 8°. — Liste des primes d'honneur, etc. décernées dans les concours régionaux de 1858 à 1871. 8°. — (Divers ouvrages publiés sous les auspices du Ministère de l'Agriculture du Commerce, 51 volumes).

§ 2e. — *Publications des Sociétés correspondantes.*

France.

Abbeville. *Société d'Émulation.* — Mémoires, 3e sér. I. 1869-72. 8°.

Alger. *Société algérienne de climatologie.* — Bulletin, 10e année (nos 4 à 6) 1873; 11e année (nos 1 à 3) 1874. 8°.

Amiens. *Société Linnéenne du Nord de la France.* — Bulletin mensuel, nos 13 à 19, 23. 1873-74. 8°.

Angers. *Société académique de Maine-et-Loire.* — Mémoires, XXVII et XXVIII. 1872. 8°.

Auxerre. *Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.* — Bulletin, XXVII. 1873. 8°.

Besançon. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Séance publique du 25 août 1873. 8°.

Bordeaux. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Séances publiques de 1822, 1825, 1827 à 1837. 8°. — Actes, I, 1819; XI, 1849; XII (1er et 2e trim.), 1850; XVIII (2e, 4e trim.) 1856; XIX, 1857; XX, 1858; XXI, 1859; XXII, 1860; XXIX (3e trim.) 1867; XXX (1er et 2e trim.) 1868; XXXIV (1er et 2e trim.) 1873. 8°.

Bordeaux. *Société Linnéenne.* — Actes, XI, 1839; XIII à XVII, 1844-51; XXVIII (2e part.) 1872. 8°.

Bordeaux. *Société des sciences physiques et naturelles.* — Extrait des procès-verbaux, IX (fes *b* à *d*) 1873. 8°.

Bordeaux. *Société de médecine* — Des réformes dont nos institutions d'hygiène sont susceptibles. 1873. 8°.

Caen. *Académie des sciences, arts et belles-lettres.* — Rapport général sur ses travaux jusqu'au 1er mai 1811. 8°. — Mémoires, volume supplémentaire 1873. 8°.

Caen. *Association normande.* — Annuaire des cinq départements de l'ancienne Normandie, XVI, 1850; XVII, 1851; XXIII, 1857; XXXV à XXXVII, 1869-71. 8°. — Table générale alphabétique des 25 premiers volumes. 1863. 8°.

Caen. *Institut des provinces.* — Annuaire, VIII à X. 1856-58. 12°. — 2e série, I, 1859; VII à XII, 1865-70. 8°.

Chalons. *Société d'agriculture, commerce, science et arts de la Marne.* — Mémoires, 1873. 8°.

Cherbourg. *Société académique.* — Mémoires, 1873. 8°.

Dijon. *Académie des sciences, arts et belles-lettres.* — Mémoires, 2e série, XIV à XVI. 1866-70. 8°.

Dijon. *Société d'agriculture.* — Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, 1873 (3e et 4e trim.); 1874 (1er trim.). 8°.

Grenoble. *Société de statistique, sciences naturelles et arts industriels de l'Isère.* — Bulletin, 3e série III. 1872. 8°.

Guéret. *Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.* — Bulletin, IV (n° 2), 1873. 8°.

Le Havre. *Société géologique de Normandie.* — Bulletin, I (n° 1), 1873. 8°.

LILLE. *Société des sciences, de l'agriculture et des arts.* — Mémoires, 3e série, XI. 1873. 8°.

LYON. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires. Classe des sciences, XIX. 1871-72. 8°.

LYON. *Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles.* — Annales, 4e série, IV. 1871. 8°.

MARSEILLE. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires, années 1872 à 1874. 8°.

NANCY. *Societé des sciences.* (*Ancienne société des sciences naturelles de Strasbourg*). — Statuts et liste des membres. 8°.

NANCY. *Académie de Stanislas.* — Précis des travaux de la Société royale des sciences, belles-lettres et arts de Nancy, 1824-28 et 1829-32. 8°. — Mémoires, 1833-34 à 1843, 1846 à 1848. 8°. — Mémoires, 4e série, V. 1872. 8°.

NANTES. *Société académique.* — Annales, 5e sér. III. 1873. 8°.

ORLÉANS *Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires, XV (nos 3-4). 1873. 8°.

PARIS. *Académie des sciences.* — Comptes-rendus hebdomadaires des séances, LXXV et LXXVI, 1872-73. 4°.

PARIS. *Société d'acclimatation.* — Bulletin mensuel, 2e sér. X (nos 6 à 12) 1873 ; 3e sér. I (nos 1 à 3) 1874. 8°.

PARIS. *Société botanique de France.* — Bulletin XIX (Compt. rendus no 4 ; sess. extraord.) 1872 ; XX (Comptes rendus, nos 1-2 ; Rev. bibl. A, B, C, D, E), 1873. 8°.

PARIS. *Société de géographie.* — Bulletin, 6e sér. V (no 6) ; VI (nos 1 à 6) 1873 ; VII (nos 1 à 3) 1874. 8°.

PARIS. *Société centrale d'horticulture de France.* — Journal, 2e sér. VII (nos 6 à 12) 1873 ; VIII (nos 1 à 3) 1874. 8°. — Annuaire 1874. 8°.

PARIS. *Société philomathique.* — Extraits des procès-verbaux des séances, 1845 à 1852. 8°. — Bulletin, IV à IX, 1867-72 ; X (janv. à juin) 1873. 8°.

PARIS. *Association scientifique de France.* — Bulletin hebdomadaire, nos 296 à 339. 1873-74. 8°.

PARIS. La Revue scientifique de la France et de l'Etranger, 2e sér. V (nos 1 à 26) 1873 ; VI (nos 27 à 44) 1874. 4°.

PRIVAS. *Société des sciences historiques et naturelles de l'Ardèche.* — Bulletin, VII. 1873. 8°.

ROCHEFORT. *Société d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts.* — Travaux, 1866-69, 1870-72. 8°.

ROUEN. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Précis analytique des travaux pendant l'année 1871-72. 8°.

Rouen. *Société des amis des sciences naturelles.* — Bulletin, IXe année (1er sem.). 1873. 8°.

Toulouse. *Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.* — Mémoires, 7e sér. V. 1873. 8°.

Toulouse. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, VII (nos 2 à 4). 1872-73. 8°.

Tours. *Société médicale d'Indre-et-Loire.* — Recueil des travaux, 71e année (1er sem.). 1873. 8°.

Troyes. *Société académique de l'Aube.* — Mémoires, 3e sér. IX. 1872. 8°.

Versailles. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Mémoires, 1865-73. 8°.

Iles Britanniques.

Dublin. *Académie Royale.* — The transactions of the Royal Irish Academy : Sciences XXIV (nos 16-17), 1870 ; XXV (nos 1 à 3), 1872. 4°. — Proceedings, 2e sér. I (nos 2 à 6). 1871. 8°.

Edimbourg. *Société Royale.* — Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, sess. 1872-73. 8°.

Edimbourg. *Société botanique.* — Transactions and proceedings of the Botanical Society, XI (n° 3). 1873. 8°.

Greenwich. *Observatoire Royal.* — Astronomical and magnetical and meteorological Observations, etc. 1868, 1869, 1870, 1871. (1870-73). 4°. — Appendix n° 1, 1868. 4°.

Londres. *Société Royale.* — Proceedings of the Royal Society, XXI (nos 142 à 145). 1873. 8°.

Londres. *Société astronomique.* — Monthly notices of the Royal Astronomical Society, XXXIII (nos 8-9); XXXIV (nos 1 à 5). 1873-74. 8°.

Londres. *Société Linnéenne.* — The Journal of the Linnean Society, Zoology, XI (nos 55 à 56); Botany, XIII (nos 68 à 72). 1872-73. 8°. — Proceedings, Sessions 1866-67, 1868-69, 1871-72, 1872-73. 8°. — List of the Linnean Society, 1872. 8°.

Londres. — Naval science, nos 7 à 9. 1873-74. 8°.

Belgique.

Bruxelles. *Société Royale de Botanique de Belgique.* — Bulletin, XII (nos 1-2). 1873-74. 8°.

Bruxelles. *Société entomologique de Belgique.* — Annales, XVI. 1873. — Comptes-rendus, nos 95 à 98. 1874. 8°.

Pays-Bas.

AMSTERDAM. *Académie Royale des sciences.* — Verhandelingen der kon. Akademie van Wetenschappen, XIII. 1873. 4°. — Verslagen en mededeelingen. Afd. Natuurkunde, VII; Afd. Letterkunde, III. 1873. 8°. — Jaarboek, 1871. 8°.

AMSTERDAM. *Société mathématique.* — Wiskunstige Opgaven met hare Ontbindingen, I, 1860-65 ; II, 1866-70 ; III (n°s 1 à 10) 1870-73. 8°.

BOIS-LE-DUC. *Société des arts et sciences.* — Handelingen van het prov. Genootschap van Kunsten en Wetenschappen in Noord-Brabant, 1872. 8°. — Verzameling van Oorkonden betrekkelik het Beleg van 's Hertogenbosch in den jare 1629. (3e livr.). 1871. 8°.

GRONINGUE. *Société des sciences naturelles.* — Twee en zeventigste Verslag van het Natuurkundig Genootschap te Groningen, over het jaar 1872. 8°.

HARLEM. *Société hollandaise des sciences.* — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, VIII (n°s 3-4), 1873. 8°.

HARLEM. *Société industrielle.* — Tijdschrift uitgegeven door de Nederl. Maatschappij ter bevordering van Nijverheid, XXXVI (n°s 1 à 6) 1873; XXXVII (n°s 1-2) 1874. 8°. — Handelingen en Mededeelingen, 1873. (n°s 2-3). 8°. — Handelingen der zes-en-negentigste algemeene Vergadering, en van het zeventiende Nijverheids-Congres gehouden te Utrecht, 1873. 8°.

LEIDE. — Musée botanique de Leide, I (n°s 1 à 3). 4°.

LUXEMBOURG. *Institut Royal Grand-Ducal.* — Publications. Section des sciences naturelles et mathématiques, XII et XIII. 1872-73. 8°.

NIMÈGUE. *Société botanique.* — Nederlandsch kruidkundig Archief, 2e sér. I (n° 3). 1873. 8°.

Danemark.

COPENHAGUE. *Société Royale des sciences.* — Det Kong. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter; Naturvid. og mathem. Afd. (5e sér.) IX (n°s 2 à 9); X (n°s 1-2). 1870-73. 4°. — Oversigt over det K. Danske Vid. Selsk. Forhandlingar, 1870 (n°s 2-3); 1871 (n°s 1 à 3); 1872 (n°s 1-2). 8°.

COPENHAGUE. *Société d'histoire naturelle.* — Videnskabelige Meddelelser fra Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn for 1870 (nos 12 à 28); for 1871; for 1872. 8°. — Alphabetisk Register til de förste 20 Aargange af Videnskabelige Meddelelser 1849-68. 8°.

COPENHAGUE. *Société botanique.* — Botanisk Tidsskrift, IV (nos 1 à 4). 1870-71. — 2e sér. II (n° 3); III (n° 1). 1873. 8°.

Norvège.

CHRISTIANIA. *Institut météorologique.* — Meteorologiske Iagttagelser i Norge (fes 3 à 6). 1873. 4°.

Russie.

DORPAT. *Société des naturalistes.* — Sitzungsberichte der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft, III (n° 2). 1871. 8°. — Archiv für die Naturkunde Liv-, Esht- und Kurlands, 1re sér. V (n° 1); VI (nos 2-3). 1870-71. 8°.

HELSINGFORS. *Société finlandaise des sciences.* — Acta Societatis scientiarum Fennicæ, VIII. 1867. 4°. — Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar, VI à VIII. 1863-66. 8°. — Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik (10e livr.). 1864. 8°. — Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk (livr. 7 à 10). 1866-67. 8°.

MOSCOU. *Société Impériale des Naturalistes.* — Bulletin, 1872 (nos 1 à 4); 1873 (nos 1-2). 8°.

ODESSA. *Société des naturalistes de la Nouvelle-Russie.* — Zapiski Novorossiiskago Obschtschestva Estestvoispitateley, II (n° 1). 1873. 8°.

RIGA. *Société des naturalistes.* — Arbeiten der Naturforscher-Vereins, nouv. sér. V. 1873. 8.

ST-PÉTERSBOURG. *Jardin Botanique.* — Troudy Imperatorskago S.-Peterbourgskago botanitcheskago Sada, II (n° 2). 1873. 8°. — Delectus seminum quæ Hortus botanicus imperialis petropolitanus pro mutua commutatione offert. 1873. 8°.

Allemagne.

ANNABERG. *Société des sciences naturelles.* — Dritter Jahresbericht des Annaberg-Buchholzer Vereins für Naturkunde. 1873. 8°.

AUGSBOURG. *Société d'histoire naturelle.* — Zwei und zwanzigster Bericht des naturhist. Vereins in Augsburg. 1873. 8°.

Berlin. *Académie Royale des sciences.* — Monatsbericht der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1873 (Févr. à Déc.); 1874 (Janv. à Févr.). 8°.

Berlin. *Société des Amis des sciences naturelles.* — Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Gesellschaft Naturforschender Freunde. 1873. 4°.

Berlin. *Société de géographie.* — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, VII (n° 6) 1872; VIII (nos 1 à 4) 1873. 8°. — Verhandlungen, 1873 (nos 1 à 4); 1874 (nos 1 à 3). 8°.

Berlin. *Société africaine.* — Correspondenz-Blatt der Afrikanischen Gesellschaft zu Berlin, nos 1 à 5. 1873-74. 8°.

Berlin. *Société géologique.* — Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XXV (nos 2-3). 1873. 8°.

Berlin. *Société botanique.* — Verhandlungen des botanischen Vereins, VI, IX, XIV, XV. 1864-73. 8°.

Berlin. *Société d'horticulture.* — Monatsschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues etc. XVI (nos 7 à 12), 1873; XVII (nos 1 à 4) 1874. 8°.

Bonn. *Société d'histoire naturelle.* — Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphaliens, XXIX (n° 2), 1872; XXX (n° 1), 1873. 8°.

Brême. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen, herausg. von Naturwissenschaftlichen Vereine, III (n° 4), 1873; IV (n° 1), 1874. 8°. — Beilage n° 3 zu den Abhandlungen. 1873. 8°.

Breslau. *Société silésienne.* — Fünfzigster Jahres-Bericht der schlesischen Gesellschaft für vaterlandsche Cultur, 1872. 8°. — Abhandlungen : Abtheil. für Naturw. und Medicin, 1872-73; Philosophisch-historische Abtheilung, 1872-73. 8°.

Darmstadt. *Sociétés de géographie et géologique.* — Notizblatt des Vereins für Erdkunde etc. und des mittelrheinischen geologischen Vereins, 3e série, nos III, IV, XI. 1864-72. 8°.

Dresde. *Société « Isis. »* — Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis, 1873 (nos 1-2). 8°.

Emden. *Société des sciences naturelles.* — Achtundfünfzigster Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft. 1872. 8°.

Francfort. *Société des sciences naturelles.* — Bericht über die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, 1871-72; 1872-73. 8°. — Abhandlungen, VII (nos 1-2); VIII (nos 3-4). 1869-72. 4°.

GIESSEN. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Vierzehnter Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1873. 8°.

GOERLITZ. *Société des sciences.* — Neues Lausitzisches Magazin, L (n° 1). 1873. 8°.

GOETTINGUE. *Société Royale des sciences.* — Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität, 1867, 1871, 1872. 16°.

HAMBOURG. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, II (n°s 1-2), 1848-52; V (n° 3), 1872. 4°. — Übersicht der Ämter-Vertheilung und wissenschaftlichen Thätigkeit des naturwiss. Vereins zu Hamburg-Altona im Jahre 1871. 4°.

HANAU. *Société des sciences naturelles.* — Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, 1847-50. 8°.

HANOVRE. *Société d'histoire naturelle.* — Zweiundzwanzigster Jahresbericht der naturhist. Gesellschaft. 1872. 8°.

KIEL. *Université.* — Schriften der Universität, XIX. 1873. 4°.

KIEL. *Société des sciences naturelles.* — Schriften der naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein, I (n°s 1-2). 1873-74. 8°.

KIEL. *Commission ministérielle pour l'exploration des mers d'Allemagne.* — Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. I (Janv. à avril 1873). 1874. 4°.

KOENIGSBERG. *Société physico-économique.* — Schriften der kön. physik.-ökonom. Gesellschaft, II, 1861; XIII (n° 2), 1872. 4°.

LEIPSICK. *Société Royale des Sciences.* — Abhandlungen der math.-phys. Classe der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, IX (n°s 4 à 6); X (n°s 1 à 6). 1870-72. 4°. — Berichte über die Verhandlungen : math. phys. Classe, XXI (n°s 2 à 4) 1869; XXII (n°s 1 à 4) 1870; XXIII (n°s 1 à 7) 1871; XXIV (n°s 1 à 5) 1872; XXV (n°s 1-2) 1873. 8°.

LEIPSICK. *Société de Jablonowski.* — Preisschriften gekrönt und herausgegeben von den Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft, XVII. 1873. 8°.

LEIPSICK. *Journal botanique.* — Botanische Zeitung, XXIV (n° 1 à 18) 1874. 4°.

MULHOUSE. *Société industrielle.* — Bulletin, XLIII (Août à Déc. 1873); XLIV (Janv.-Févr. 1874). 8°.

MUNICH. *Académie Royale des sciences.* — Sitzungsberichte der math.-phys. Classe der kön. bayer. Akademie der Wissenschaften, 1869 (II, n° 4); 1870 (I et II); 1872 (n° 3); 1873 (n°s 1-2). 8°. — Verzeichniss der Mitglieder, 1873. 4°. — Abhandlungen, XI (n° 2). 1873. 4°.

MUNICH. *Observatoire Royal.* — Annalen der kön. Sternwarte bei München, XIX. 1873. 8°.

STUTTGART. *Société des sciences naturelles.* — Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, XXVI, 1870; XXIX, 1873. 8°.

WURZBOURG. *Société physico-médicale.* — Verhandlungen der phys.-medicin. Gesellschaft, IV (n°s 2 à 4); V (n°s 1 à 4); VI (n°s 1 à 4). 1873-74. 8°.

Autriche-Hongrie.

BRUNN. *Société d'agriculture, etc.* — Mittheilungen der k. k. mähr.-schles. Gesellschaft des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, 1850, 1851. 8°. — 1852 à 1861, 1868. 4°.

BRUNN. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen des Naturforschenden Vereines, X et XI. 1872-73. 8°.

HERMANNSTADT. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften, XVIII, 1867; XIX, 1868; XXIII, 1873. 8°.

POLA. *Section hydrographique de la marine Impériale.* — Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, I, 1873. 8°. —Jahrbuch der k. k. Kriegsmarine 1872, 1873, 1874. 8°. — Katalog der Bibliothek S. M. Kriegsmarine. 1871. 8°.

PRAGUE. *Société d'histoire naturelle.* — Lotos, II à VI, VIII, IX, XXII. 1852-72. 8°.

PRESBOURG. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde, 2e sér. I. 1869-70. 8°. — Catalog der Bibliothek, 1871. 8°.

VIENNE. *Académie impériale des sciences.* — Anzeiger der kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe, I (n° 18); III (n° 8); IV (n° 18); VII (n° 28-29); VIII (n°s 1 à 29); IX (n°s 1 à 3); X (n°s 16 à 30); XI (n°s 1 à 6). 1864-1874. 8°.

VIENNE. *Institut Impérial et Royal géologique d'Autriche.* — Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, XX (n°s 3-4), 1870; XXI, 1871; XXII, 1872; XXIII (n°s 1-2), 1873. 4°. — Verhandlungen 1870 (n°s 10 à 18); 1871 (n°s 1 à 18); 1872 (n°s 1 à 18); 1873 (n°s 1 à 10). 4°.

VIENNE. *Société Impériale et Royale de géographie.* — Mittheilungen der geographischen Gesellschaft, XV. 1873. 8°.

VIENNE. *Société Impériale et Royale zoologico-botanique.* — Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft, XX, 1870; XXI, 1871; XXIII, 1873. 8°.

VIENNE. *Société pour la diffusion des sciences naturelles.* — Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, II à XI. 1863-71. 16°.

Suisse.

BALE. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft, V (n° 4); VII (n° 1). 1873-74. 8°.

COIRE. *Société des sciences naturelles.* — Jahres-Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens, XVII. 1873. 8°.

GENÈVE. *Société de physique et d'histoire naturelle.* — Mémoires, XXIII (1re part.). 1873-74. 8°.

LAUSANNE. *Société vaudoise des sciences naturelles.* — Bulletin, 2e sér. XII (nos 69 à 71). 1873-74. 8°.

NEUFCHATEL. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin, I, 1843-46; II, 1847-52; III (n° 1), 1853; IX (n° 3), 1873. 8°.

ZURICH. *Société des sciences naturelles.* — Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft, XVII. 1872. 8°.

Italie.

BOLOGNE. *Académie des sciences.* — Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, 2e sér. IX et X. 1869-70; 3e sér. I, II, III (nos 1-2). 1871-73. 4°. — Indices generales in Novos Commentarios, 1855. 4°. — Indici generali delle Memorie (1re et 2e sér.). 1864 et 1871. 4°. — Rendiconto, 1869-70 à 1872-73. 8°.

FLORENCE. *Société entomologique.* — Bullettino della Società entomologica italiana, V (nos 2 à 4). 1873-74. 8°.

LUCQUES. *Académie Royale.* — Atti della R. Accademia Lucchese di scienze, lettere ed arti, XIX. 1873. 8°. — Memorie e documenti per servire all' istoria del Ducato di Lucca, VII. 1834. 4°.

MILAN. *Observatoire Royal.* — Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera, III. 1873. 4°.

MODÈNE. *Société des Naturalistes.* — Annuario della Società dei Naturalisti, VII et VIII (n° 1). 1873-74. 8°.

MONCALIERI. *Observatoire.* — Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Alberto in Moncalieri, VII (nos 2 à 4) 1872; VIII (nos 4 à 10) 1873. 4°.

Naples. *Institut d'Encouragement.* — Atti del R. Istituto d'incoraggiamento alle scienze naturali, economiche e technologiche di Napoli, 2e série IX (n° 2) et X. 1872. 4°.

Naples. *Société Royale.* — Atti dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche, V. 1873. 4°. — Rendiconto, IX, X, XI. 1870-72. 4°.

Pise. *Journal botanique.* — Nuovo Giornale botanico italiano, V (nos 3-4); VI (n° 1). 1873-74. 8°.

Rome. *Académie des Lincei.* — Atti della R. Accademia dei Lincei, XXVI (n° 1). 1873. 4°. — Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, III (1849-50). 1873. 4°.

Rome. *Comité Royal géologique.* — R. Comitato geologico d'Italia, Bollettino 1873 (nos 7 à 12); 1874 (nos 1-2). 8°.

Rome. *Société de géographie.* — Bollettino della Società geografica italiana, X (nos 1 à 6); XI (nos 1 à 4). 1873-74. 8°.

Venise. *Institut Royal.* — Atti del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, 4e sér. IV (nos 5-6). 1873. 8°.

Espagne.

San Fernando. *Observatoire de la Marine.* — Anales del Observatorio de Marina de San Fernando. Secc. 2a: Observaciones meteorologicas, año 1870, año 1871, año 1872. f°.

Portugal.

Lisbonne. *Académie Royale des sciences.* — Memorias da Academia Real das sciencias de Lisboa. Classe de sciencias mathematicas, physicas y naturaes, IV (part. 1a). 1867. 4°. — Memorias de litteratura Portugueza, I à VIII. 1792-1869. 8°. — Quadro elementar das relaçoes politicas e diplomaticas de Portugal, I à VI, VIII à XI, XIV, XV. 1842-69. 8°.

Afrique.

Le Cap. *Observatoire Royal.* — Results of astronomical observations made at the R. Observatory Cape of Good Hope, in the year 1856; d° in the year 1857. 1871-72. 8°.

Asie.

Batavia. *Société des arts et sciences.* — Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde, XX (nos 4 à 6). 1872-73. 8°. — Notulen van de algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, X (n° 4), XI (n° 1). 1872-73. 8°. — Alphabetische

Lijst van Land-, Zee-, Rivier-, Wind-, Storm- en andere Kaarten toebehoorende aan het Bat. Gen. van Kunsten en Wetenschappen. 1873. 8°.

Batavia. *Société des sciences naturelles.* — Acta Societatis Regiæ scientiarum indoneerlandicæ, VII. 1860. 4°.

Calcutta. *Société asiatique du Bengale.* — Journal of the Asiatic Society of Bengal, n°s 116, 144 à 146, 172, 175, 177 à 186. 1863-73. 8°. — Proceedings 1867 (n°s 2 à 11); 1868 (n°s 1 à 11); 1871 (n° 12); 1872 (n°s 1, 9, 10); 1873 (n°s 1 à 10). 8°.

Amérique du Nord.

Albany. *Observatoire.* — Annals of the Dudley Observatory, II. 1871. 8°.

Boston. *Académie américaine des arts et sciences.* — Memoirs of the American Academy of arts and sciences, I à IV. 1785-1818. 4°. — 2e sér. I à IV. 1833-50; IX (n° 2). 1873. 4°. — Proceedings, VIII (f^{es} 52 à 85). 1873. 8°. — The complete works of Count Rumford, I et II. 1870-73. 8°. — Memoir of sir Benjamin Thompson Count Rumford, etc. 8°.

Boston. *Société d'histoire naturelle.* — Memoirs of the Boston Society of natural history, II (part 2, n°s 2-3). 1872-73. 4°. — Proceedings XIV (f^{es} 15 à 27); XV (n°s 1-2). 1872. 8°.

Cambridge. *Musée de zoologie comparée.* — Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, n° VII. Revision of the Echini (part III, and plates, parts. 3-4). 1873. 4°.

Newhaven. *Académie des arts et sciences.* — Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences, II (n° 2). 1873. 8°.

Newyork. *Lycée d'histoire naturelle.* — Annals of the Lyceum of natural history, X (n°s 8 à 11). 1873. 8°. — Proceedings, I (f^{es} 16 à 19). 1871; nouv. sér. I (n° 1). 1873. 8°.

Philadelphie. *Académie des sciences naturelles.* — Proceedings of the Academy of natural sciences, 1872 (n°s 1 à 3). 8°.

Philadelphie. *Comité d'éducation publique.* — Fifty-second annual Report of the Board of public education. 1870. 8°.

Salem. *Institut d'Essex.* — Proceedings and communications of the Essex Institute, VI (n° 3). 1871. 8°. — Bulletin, III et IV. 1871-72. 8°.

Salem. *Académie des sciences.* — Memoirs of the Peabody Academy of science, I (n°s 2-3). 1871-72. 4°. — Fourth Annual Report of the Trustees for the year 1871. 8°.

San-Francisco. *Académie des sciences.* — Proceedings of the California Academy of sciences, IV (nos 2 à 5); V (no 1). 1870-1873. 8o.

St-Louis. *Académie des sciences.* — The Transactions of the Academy of sciences, III (no 1). 1873. 8o.

Washington. *Institution Smithsonienne.* — Smithsonian Contributions to Knowledge, XVIII. 1873. 4o. — Smithsonian Miscellaneous collections, X. 1873. 8o. — Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year 1870; do for the year 1871. 8o.

Washington. *Ministère de l'Agriculture.* — Monthly Reports of the Department of Agriculture, 1871 et 1872. 8o. — Report of the Commissioner of Agriculture, 1870 et 1871. 8o.

Washington. *Ministère de l'Intérieur.* — Bulletin of the U. S. geological and geographical Survey of the Territories, I, 1874. 8o. — Sixth annual Report of the U. S. geological Survey. 1873. 8o.

Washington. *Bureau des Brevets d'Invention.* — Annual Report of the Commissioner of Patents 1869, I à III; 1870, I et II; 1871, I et II. 8o.

Washington. *Bureau hydrographique.* — Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the year 1868. 1871. 4o.

§. 3. — *Ouvrages divers.*

Les noms des membres de la Société sont précédés d'une astérique *.

* Agassiz (Alex.). — Revision of the Echini, part III; plates, parts III and IV. 4o Cambridge 1873-1874.

Alcan (Michel). — Études sur les arts textiles à l'exposition universelle de 1867, texte 8o, atlas 4o Paris 1868.

Arnauld de Praneuf. — Traité des juridictions administratives et particulièrement des Conseils de Préfecture. 8o Paris 1868.

Aron (Julius). — Plasticität, Schwindung und andere Fundamental-Eigenschaften des Tohnes bedingt durch die Form der Tohntheilchen. 8o Berlin 1873.

Baltet (Ch.). —Culture du Poirier. 12o Paris 1867.

Barral (J.-A.). — L'agriculture du Nord de la France, T. II. 8o Paris 1870. — Almanach de l'Agriculture pour 1873. 16o Paris. — L'Ecole d'agriculture de Grignon. 8o Paris 1872. — Rapport du Jury sur le concours spécial et international de machines à moissonner. 8o Paris 1873.

Beau (Alph.) de Rochas. — De la traction des bateaux fondée sur le principe de l'adhérence avec application : 1° au halage par la vapeur sur les canaux et rivières canalisées, 2° au halage par l'action du courant et au passage des rapides, portes et cataractes sur les grands fleuves. 4° Paris 1862.

Beetz (W.). — Der Antheil der k. Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Electricitätslehre. 4° Munich 1873.

Belgrand. — La Seine ; études hydrologiques. Texte, 8° Paris 1872 ; atlas f° 1873.

Bénion (Ad.). — Traité de l'élevage et des maladies des animaux et oiseaux de basse-cour et des oiseaux d'agrément. 16° Paris 1873.

* Bert (Paul). — Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie, 11e note. 4° Paris 1873.

* Bertin (Emile). — Etude sur la ventilation d'un transport-écurie. 4° Paris 1873. — Principes du vol des oiseaux. 4° Paris 1874. — Nouvelle note sur les vagues de hauteur et de vitesse variables. 4° Paris 1874.

* Bescherelle (Emile). — voir Fournier.

Bobierre (Adolphe). — Simples notions sur l'achat et l'emploi des engrais commerciaux. 16° Paris 1870.

Boitel (A.). — L'Ecole Impériale d'agriculture de Grignon, Rapport au Ministre de l'agriculture. 8° Paris 1870.

Bonjean. — Du cadastre dans ses rapports avec la propriété foncière. 8° Paris 1866.

Borie (Victor). — L'agriculture et la liberté. 8° Paris 1866.

Bouley (H.). — La Rage, moyen d'en éviter les dangers et de prévenir sa propagation. 16° Paris 1870. — Conférences à Nevers ; Maladies contagieuses du bétail, peste bovine, fièvre aphtheuse, cocotte, etc. 8° Nevers 1872.

Breen (Hugh). — On the corrections of Bouvard's Elements of the orbits of Jupiter and Saturn. 4° Londres 1868.

Brenchley (Julius L.). — Jottings during the cruise of H.M.S. Curaçao among the South Sea Islands in 1865. 8° Londres 1873.

Carrière (E.-A.). — Traité général des Conifères, T. I et II. 8° Paris 1867.

* Caruel (T.). — Nuovo giornale botanico italiano, T. V (nos 3-4), VI (n° 1). 8° Pise 1873-1874.

Champion (P.). — La dynamite et la nitroglycérine. 16° Paris 1872.

Chauveau (Adolphe). — Code d'instruction administrative ou Lois de la procédure administrative, 3e édition, T. I et II. 8° Paris 1867. — Essai sur le régime des eaux navigables et non navigables, sous le double point de vue théorique et pratique. 8° Toulouse 1869.

* Chevreuil (E.). — Communications sur le guano du Pérou. 8° Paris 1874.

* Clos (D.). — Des caractères du péricarpe et de sa déhiscence pour la classification naturelle. 8° Toulouse 1873.

Cochard (Achille). — De la création des prairies irriguées, par Dünkelberg. (trad. de l'allemand). 8° Paris 1869.

Coré (F.). — Guide commercial des constructeurs-mécaniciens, des fabricants et des chefs d'industrie. 2e édition. 8° Paris 1867.

Courtois-Gérard. — De la culture maraichère dans les petits jardins. 5e édition. 16° Paris.

D'Avrincourt (marquis). — Notice sur le domaine d'Havrincourt. 8° Paris 1868.

De Charnacé (Guy). — Les races bovines en France. 12° Paris 1870. — Les races chevalines en France. 12° Paris 1869.

* De Cuyper (Ch.). — Revue de l'exposition de 1867. Mines, metallurgie, chimie, mécanique, navigation, chemins de fer, constructions, sciences et arts appliqués à l'industrie. T. I à IV. 8° Paris 1867-1870.

De Freycinet (Charles). — Rapport sur l'assainissement des fabriques ou des procédés d'industries insalubres en Angleterre. 8° Paris 1864. — Rapport sur l'assainissement industriel et municipal dans la Belgique et la Prusse rhénane. 8° Paris 1865. — Rapport supplémentaire sur l'assainissement industriel et municipal en France et à l'étranger. 8° Paris 1868. — Rapport sur l'emploi des eaux d'égout de Londres. 8° Paris 1867.

De Gasparin (P.). — Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire. 16° Paris 1872.

De Gourcy (Conrad) — Excursions agricoles faites en France en 1867. 8° Paris 1869.

De Gourgues (vicomte). — Dictionnaire topographique du département de la Dordogne. 4° Paris 1873.

Dehérain (P.P.). — Cours de chimie agricole. 8° Paris 1873.

Delacroix (S.-C.). — Défrichement des terrains incultes dans la Campine belge et les autres contrées de la Belgique. 4° Paris 1860.

De Lambertye (Cte Léonce). — Conseils sur les semis de graines de légumes. 2e édition. 12° Paris.

Delarbre (J.). — Organisation du Conseil d'Etat. Loi du 24 mai 1872, etc. 2e édition. 8° Paris 1873.

De la Tour du Pin (comte Ludovic). — Les minéraux. Guide pratique pour la détermination sûre et rapide au moyen de simples recherches chimiques par voie sèche et par voie humide, par F. de Kobell, (traduction); avant-propos et additions par F. Pisani. 16° Paris 1872.

* Delesse. — Lithologie du fond des mers de France et des mers principales du Globe. Texte et tableaux, 2 vol. 8°, atlas f° Paris 1872.

* Del Giudice (Francesco). — Notizie istoriche del R. Istituto d'incoraggiamento alle scienze naturali dalla sua fondazione fino al 1860. 4° Naples 1862. — De' lavori accademici del R. Istituto d'incoraggiamento, nell' anno 1873. 4° Naples 1874. — Manuale pratico per gli incendi. 8° Naples. — Di una nuova forma di elettrocalamita atta ad accrescere grandemente l'effetto dell' elettricità come forza motrice. 4° Naples 1873. — Sullo stato attuale del disegno industriale in Italia. 4° Naples 1872. — Delle combustioni spontanee e di alcune cagioni d'incendi non comuni. 4° Naples 1869.

* De Norguet (A.). — Catalogue des Coléoptères du dépt du Nord. 8° Lille 1863. — Deuxième supplément au catalogue des Coléoptères du dépt du Nord. 8° Lille 1873. — Catalogue des Mammifères du dépt du Nord. 8° Lille 1866. — Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles du dépt du Nord. 8° Lille 1872. — Mémoires sur les insectes nuisibles aux betteraves. 8° Arras 1866. — Les oiseaux utiles ou nuisibles à l'agriculture dans le dépt du Nord. 8° Lille 1865. — Les mammifères utiles ou nuisibles à l'agriculture dans le dépt du Nord. 8° Lille 1867. — Note sur une maladie des Poiriers. 8° Lille 1867. — Chlorops lineata, diptère nuisible aux céréales. 8° Lille 1868. — La Gastrophysa raphani, insecte destructeur de l'oseille. 8° Lille 1869. — Rapport sur une pétition à propos des oiseaux granivores. 8° Lille. — Le froid fait-il périr les insectes? 8°. — Réponses à un questionnaire de la Société des agriculteurs de France sur les insectes nuisibles ou utiles. 8° Lille.

* Denza (Fr.). — Sulla possibile connessione tra le eclissi di Sole ed il magnetismo terrestre. 4° Rome 1873.

De Roissy. — Table générale alphabétique de l'Annuaire des cinq départements de la Normandie. Analyse raisonnée des matières contenues dans les 25 premiers volumes publiés par l'Association Normande, années 1835 à 1859. 8° Caen 1863.

Des Cars (comte A.). — L'élagage des arbres. Traité pratique de l'art de diriger les arbres forestiers et d'alignement, d'activer leur croissance et d'augmenter leur valeur. 6e édition. 16° Paris 1867.

Deschamps (E.). — Chemins de fer et les tramways dans Paris. 16° Paris 1872.

* Des Moulins (Charles). — Fragments zoologiques, n° 3 : Un crinoïde tertiaire de la Gironde ; n° 4 : Note sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats, suivie d'observations inédites sur la lame buccale des vrais Spatangoïdes. 8° Bordeaux 1872.

De Villiers (baron A.) de l'Isle Adam. — Notions d'agriculture à l'usage des écoles primaires. 12° Le Mans 1868.

Döllinger (J. von). — Rede in der offentlichen Stizung der k. Ak. der Wiss. am 25 Juli 1873. 4° Munich 1873.

* Dollfus (Gustave). — Principes de géologie transformiste, application de la théorie de l'évolution à la géologie. 16° Paris 1874.

Dumas (A.). — La culture maraîchère pour le Midi et le centre de la France, 3e édon. 12° Grenoble. — Calendrier horticole pour le Midi et le Centre de la France. 16° Lectoure 1872.

* Du Moncel (Comte Théodose). — Exposé des applications de l'Electricité. 3e édon. T. I et II. 8° Paris 1873.

Dünkelberg. — voir Cochard.

Duplessis (J.). — Traité du levé des plans et de l'arpentage. 8° Paris 1873.

* Du Rieu de Maisonneuve. — Apparition subite et invasion rapide d'une Puccinie exotique dans le département de la Gironde. 8° Bordeaux 1873.

Ellis (G.-E.). — Memoir of Sir Benjamin Thompson, Count Rumford, with notices of his daughter. 8° Philadelphie.

Emion (Victor). — La taxe du pain. 8° Paris.

* Engelman (George). — Notes on the genus Yucca. 8° Saint-Louis 1873.

Famintzin (A.) et M. Woronine. — Über zwei neue Formen von Schleimpilzen : Ceratium hydnoides Alb. et Schw. und Ceratium poroides Alb. et Schw. 4° St-Pétersbourg 1873.

FERREIRA LAPA (João Ignacio). — Technologia rural ou Artes chimicas, agricolas e florestaes, T. III: Productos saccharinos, florestaes, textis, animaes e salinos. 8° Lisbonne 1871.

* FOURNIER (Eug.). — Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale. Recherches botaniques, 1re partie: Cryptogamie (avec la collaboration de MM. W. Nylander et Em. Bescherelle). 4° Paris 1872.

* FRAUENFELD (Georg Ritter von). — Die ausgestorbenen und aussterbenden Thiere der jüngsten Erdperiode. 16° Vienne 1870. — Die Pflege der Jungen bei Thieren. 16° 1871. — Die Grundlagen des Vogelschutzgesetzes. 8° 1871. — Der Vogelschutz. 8° 1871. — Kurzer Bericht der Ergebnisse meines Ausfluges von Heiligenblut über Agram an den Plattensee, mit Beschreibung einiger Metamorphosen und einer neuen Clausilia. 8° 1870. — Die Wirbelthierfauna Niederösterreichs 8° Vienne 1871.

* FROUDE (W.). — Description et usage d'un pendule à très-longue période pour la mesure du roulis absolu. 8° Cherbourg 1873.

* GODRON (A.). — De la floraison des Graminées. 8° Cherbourg 1873.

GOSSIN (Louis). — Résumé des conférences agricoles du départt de l'Oise, année 1871-1872. 8° Paris 1873.

GRESSENT. — Le potager moderne. Traité complet de la culture des légumes intensive et extensive pour tous les climats de la France. 3e édition. 12° Paris 1873.

GRIPOUILLEAU (A.) — Le bras artificiel des travailleurs. 12° Paris 1873.

* HAIDINGER (W. von). — Des Herrn Professors Gustav Hinrichs Note über den Bau des Quarzes, Bemerkungen. 8° Vienne 1870.

* HAUER (Franz Ritter von). — Zur Erinnerung an Wilhem Haidinger. 8° Vienne 1871.

* HAYDEN (F.-V.). — Sixth annual Report of the U. S. geological Survey of the Territories, embracing portions of Montana, Idaho, Wyoming and Utah; being a Report of progress of the explorations for the year 1872. 8° Washington 1873.

* HELMERSEN (G. von). — Über die Steinkohlenlager und die Eisenerze Polens, des Donezgebirges, Central-Russlands und über die Braunkohlenlager in Curland and Ost-Preussen. 8° St-Pétersbourg 1873.

* Herder (F. von). — Reisen in den Süden von Ostsibirien, ausgeführt in den Jahren 1855-1859 durch G. Radde. Botanische Abtheilung, Monopetalæ, T. IV, 1re livr. 8° St-Pétersbourg.

Heuzé (Gustave). — Les plantes alimentaires, T. I et II et Atlas. 8° Paris. — Rapport sur les moyens d'atténuer les effets de la sécheresse sur les productions fourragères en 1870. 8° Paris 1870.

* Hinrichs (Gustavus). — The elements of chemistry and mineralogy demonstrated by student's own experiments. 8° Davenport 1870. — Contributions to Molecular science or Atomechanics, nos 3-4. 8° Salem 1870. — The principles of pure crystallography. 8° Davenport 1871. — Über den Bau des Quarzes. 8° Vienne 1870. — Zur Statistik der Krystal-Symmetrie. 8° Vienne 1870. — Report of the Committee on building stone to the Board of Capitol Commissionners of the State of Iowa. 8° Des Moines 1871.

* Husnot (T.). — Flore analytique ou Description des Mousses du Nord-Ouest de la France. 8° Paris 1873. — Revue bryologique, 1re année n° 1. 8° Condé-sur-Noireau 1874.

Hyenne (S.-E.). — De la corvée en France et en particulier dans l'ancienne province de Franche-Comté. 8° Paris 1863. — Notice historique sur le pont de Battant de Besançon. 8° Besançon 1867.

* Jouan (Henri). — Mémoire sur les Baleines et les Cachalots. 8° Cherbourg 1858. — Notes sur quelques oiseaux habitant les Iles du Grand-Océan. 8° 1858. — Note sur un squelette de Gorille donné au cabinet d'histoire naturelle de Cherbourg. 8° 1863. — Additions à la Faune de la Nouvelle-Calédonie. 8° 1864. — Notes sur les bois de la Nouvelle-Zélande. 8° 1864. — Remarques météorologiques et nautiques faites pendant un voyage de France à la Nouvelle-Calédonie et dans la partie Sud-Ouest de l'Océan Pacifique. 8° 1864. — Notes sur quelques espèces de poissons de la Basse-Cochinchine. 8° 1865. — Description de quelques poissons et de quelques oiseaux du Nord de la Chine. 8° 1866. — Hong-Kong, Macao, Canton. 8° 1868. — Notes sur quelques poissons nuisibles du Japon. 8° 1868. — Notes sur quelques poissons de mer observés à Hong-Kong. 8° 1868. — Notes sur quelques reptiles et quelques crustacés de l'Ile de Poulo-Condor et de la Basse-Cochinchine. 8° 1868. — Quelques observations sur les typhons ressentis dans

la mer de Chine pendant les mois d'Août, Septembre et Octobre 1867. 8° 1868. — Aperçu sur l'histoire naturelle de la Corée. 8° 1868. — Note sur le Jabiru de la Nouvelle-Hollande. 8° 1869. — Rapport sur le concours de 1868 (Soc. Imp. des Sc. nat. de Cherb.) 8° 1869. — Coup-d'œil sur l'histoire naturelle du Japon. 8° 1869. — Essai sur la Faune de la Nouvelle-Zélande. 8° 1869. — Notes sur les archipels des Comores et des Séchelles. 8° 1870. — Notes sur les oiseaux de la Basse-Cochinchine. 8° 1872. — Notes sur l'archipel Hawaiien (Iles Sandwich). 8° 1872. — Un tour en Portugal, il y a trente ans. 8° 1873. — Le livre de la science de la mer et des astres, exposé des connaissances nautiques des marins arabes de l'Océan Indien. 8° 1871. — L'expédition de Corée en 1866. 8° 1871. — Notes sur quelques animaux et quelques végétaux rencontrés dans les mers australes et dans les îles du Grand-Océan, considérés au point de vue de leur classification et de leurs rapports avec l'industrie. 8° Cherbourg 1874.

* Jouvin (A.). — Conservation des navires en fer. Notice sur les procédés électro-chimiques de M. A. Jouvin. 8° Paris 1868.

* Karsten (G.). — Tafeln zur Berechnung der Beobachtungen an den Küsten-Stationen und zur Verwandlung der angewendeten Maasse in metrisches Maass. 8° Kiel 1874. — Über die wissenschaftliche Untersuchung der Ostsee und Nordsee. 8° Leipsick 1873.

Kleitz. — Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement et application à l'hydrodynamique. 4° Paris 1873.

Künstlfr (Gustav). — Die unseren Kulturpflanzen schädlichen Insekten. 8° Vienne 1871.

Laas d'Agen. — voir Violeine.

* Lea (Isaac). — Notes on microscopic crystals included in some minerals. — Further notes on microscopic crystals in some of the gems, etc. — Descriptions of six new species of Fresh water Shells. — Description of three new species of exotic Unionidæ. — Description of twenty new species of Uniones of the United Statis. — Description of twenty nine species of Unionidæ of the United states. — Descriptions of seven new species of Unionidæ of the United states. — Descriptions of three new species of Uniones of the United states. 8° Philadelphie 1874.

Le Blanc (Urbain). — De la nécessité d'instituer un service sanitaire vétérinaire pour toute la France. 8° Paris 1870. — Tableau analytique et résumé de documents relatifs aux épizooties et aux euzoties. 4° Paris 1870.

Lohde (Georg). — Über die Entwicklungsgeschichte und der Bau einiger Samenschalen. 8° Naumburg 1874.

Lesbros. — Hydraulique expérimentale à l'usage des ingénieurs, des chefs d'usine, etc. 4° Paris.

* Lubbock (sir John). — On the origin and metamorphoses of insects. 16° Londres 1874.

Maclear (sir Thomas). — voir Stone.

Malezieux. — Travaux publics des Etats-Unis d'Amérique en 1870. Rapport de mission. 2 vol. 4° Paris 1873.

Malinowsky (Jacques). — Traité spécial des phosphates de chaux natifs en général, et principalement l'étude des gisements de cette matière qui ont été nouvellement découverts dans le Quercy. 8° Paris 1873.

Mauduit (Ferdinand). — Semis, plantation et culture du Poirier et du Pommier, etc. 12° Paris.

* Morren (Edouard). — L'énergie de la végétation ou application de la théorie mécanique de la chaleur à la physiologie des plantes. 8° Bruxelles 1873.

Moussy-Lynch. — Encyclopédie universelle d'éducation, résumé des sciences et des arts. 16° Paris 1873.

* Müller (Albert). — Contributions to entomological bibliography up to 1862, nos 2-3. 8° Londres 1873.

Nadault de Buffon. — Des alluvions modernes comprenant de nouveaux documents sur les travaux de colmatage et de limonage, ainsi que des notions générales sur les alluvions marines et leurs principales utilisations. 8° Paris 1873.

Nowicki (Max). — Über die Weizenverwüsterin Chlorops tæniopus Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. 8° Vienne 1871.

* Nylander (W.). — voir Fournier.

* Packard (A. S.). — Record of american entomology for the year 1870. 8° Salem 1871. — et F. W. Putnam. The american naturalist, or illustrated Magazine of natural history. T. V (nos 2 à 12), VI (nos 1 à 11). 8° Salem 1871-1872.

Pauwels (Frédéric). — Distribution d'eau de Dunkerque. Construction d'un réservoir en maçonnerie et d'un filtre. f° Paris 1871.

Pescetto (E.). — Giudizio dato dal Merrifield, intorno all' opera del Cialdi sul Moto ondoso del mare. 8° Rome 1873.

Pisani (F.). — voir De la Tour du Pin.

* Pluquet (Adrien). — Bibliographie du département de la Manche. 8° Cherbourg 1873.

Pourriau (A.-F.). — La laiterie. Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers. 16° Paris 1872.

* Preudhomme de Borre (Alfred). — Note sur deux monstruosités observées chez des Coléoptères. 8° Bruxelles. 1873. — Y a-t-il des formes naturelles distinctes à la surface du Globe, et quelle méthode doit-on employer pour arriver à les définir et à les limiter? 8° Bruxelles 1873.

* Pujazon (Don Cecilio). — Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, Observationes meteorologicas, 1870, 1871, 1872. f° San Fernando 1870-1873.

* Putnam (F.-W.). — voir Packard.

* Quetelet (Ernest). — Sur le congrès international de météorologie tenu à Vienne du 1er au 16 Septembre 1873. 8° Bruxelles 1873.

Rapin (Amédée). — Du drainage à triple drain triangulaire applicable à toutes les régions. 12° Paris 1869.

Rebello da Silva. — voir Santarem.

Rebours-Guizelin. — Concours international de fromages au Palais de l'industrie. 8° Paris 1866.

* Reed (E.-J.). — Naval science ; a quarterly magazine for promoting the improvement of naval architecture, marine engineering, steam navigation and seemanship, nos 7 à 9. 8° Londres 1873-1874.

Regnault (V.). — Relations des expériences pour déterminer les lois et les données physiques nécessaires au calcul des machines à feu, T. II et III. 4° Paris 1862-1870.

* Remy (Jules). — Voyage au pays des Mormons, T. I et II. 8° Paris 1860. — Ka Mooolelo Hawaii. Histoire de l'archipel Havaiien (Iles Sandwich). Texte et traduction, précédés d'une introduction sur l'état physique, moral et politique du Pays. 8° Paris 1862. — Récits d'un vieux sauvage pour servir à l'histoire ancienne de Hawaii. Notes d'un voyageur. 8° Châlons 1859. — Ascension du Pichincha. Notes d'un voyageur. 8° Châlons 1858.

Reynal (J.). — Traité de la police sanitaire des animaux domestiques. 8° Paris 1873.

ROBERT (Eugène). — Les destructeurs des arbres d'alignement. 3e édon. 16° Paris 1867.

ROBLIN (F.-H.). — Traité de l'alimentation des bêtes bovines, par le Dr Julius Kühn (trad. de l'allemand). 8° Paris 1873.

* ROUMEGUÈRE (Casimir). — Observations sur l'apparition spontanée et le semis répété du Stemonitis oblonga Fries. 8° Cherbourg 1873. — Correspondance de Broussonet avec Alex. de Humboldt au sujet de l'histoire naturelle des Iles Canaries. 8° Cherbourg 1874.

RUMFORD. — The complete works of Count Rumford. T. I. et II. 8° Boston 1870.

SANTAREM (vicomte de). — Quadro elementar das relações politicas e diplomaticas de Portugal com as diversas potencias do Mundo, desde o principio da Monarchia Portugueze até aos nossos dias; ordenado e composto pelo Visconde de Santarem; continuado e dirigido pelo Luiz Augusto Rebello da Silva. T. I à VI, VIII à XI, XIV, XV. 8° Paris et Lisbonne 1842-1869.

* SCHIAPARELLI (G.-V.). — I precursori di Copernico nell' antichità; ricerche storiche. 4° Milan 1873.

STONE (Edward James). — Results of astronomical observations made at the Royal Observatory Cape of Good Hope in the year 1856, under the superintendence of sir Thos. Maclear; reduced and printed under the superintendence of Edw. James Stone. 8° Cape Town 1871. — d° in the year 1857. 8° Cape Town 1872.

* SURINGAR (W.-F.-R.). — Musée botanique de Leide, T. I, livr. 1-3. 4° Leide. — Waarnemingen van eenige plantaardige Monstruositeiten. 4° Amsterdam 1873. — Notice sur l'histoire des faisceaux chlorophylliques de la Spirogyra lineata. 8° La Haye 1868. — De Kruidkunde in hare betrekking tot de Maatschappij en de Hoogeschool. 8° Leeuwarden 1868. — Une nouvelle espèce d'Argostemma, contribution à la flore de l'Inde-Néerlandaise. 8° La Haye 1869. — Observationes phycologicæ in Floram batavam. 8° Leeuwarden 1857. — Oratio de necessitudine botanicam inter et humanam societatem et disciplinas academicas etc.; accedit fatorum Academiæ Lugduno-batavæ anno CIƆIƆCCCLXVII-CIƆIƆCCCLXVIII enarratio. 4° Leide.

TEISSIER (Octave). — Table générale des Bulletins du Comité des travaux historiques et de la Revue des Sociétés savantes. 8° Paris 1873.

* Thuret (Gustave). — Expériences sur des graines de diverses espèces plongées dans l'eau de mer. 8° Genève 1873.

Travers (Julien). — Journal d'un ministre, œuvre posthume du comte de Guernon-Ranville. 8° Caen 1873.

* Van Bemmelen (J.-A). — Repertorium annuum litteraturæ botanicæ periodicæ, T. I. 8° Harlem 1873.

* Van Tieghem (Ph.). — Notice sur les travaux scientifiques de M. Ph. Van Tieghem. 4° Paris 1874.

Viale-Prela (Benedetto). — Sulla causa del Diluvio universale. 8° Rome 1874.

Viel (Ch.). — Entretiens d'un agriculteur sur l'utilité des oiseaux. 5e édition. 12° Paris.

Violeine (P.-A.). — Nouvelles tables pour les calculs d'intérêts composés, d'annuités et d'amortissement. 3e édition, revue et augmentée par Laas d'Aguen. 4° Paris 1873.

* Wartmann (Elie-François). — Notice historique sur les inventions et les perfectionnements faits à Genève dans le champ de l'industrie et dans celui de la médecine. 8° Genève 1873.

With (Emile). — Les inventeurs et leurs inventions. 8° Paris 1864. — Les machines; leur histoire, leur description, leurs usages, T. I et II. 8° Paris 1870-1873.

Woronine. — voir Famintzin.

Young (Edward). — Special Report on Immigration; accompanying information for immigrants relative to the prices and rentals of land, the staple products, facilities of access to market, cost of farmstock, kind of labour in demand in the western and southern States, etc.; to which are appended Tables, etc. 8° Washington 1872.



LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ NATIONALE DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

Bureau de la Société.

Fondateurs.

MM.

Cte Th. Du MONCEL, O ✻, directeur honoraire.
Aug. LE JOLIS, O ❦, directeur et archiviste-perpétuel.
Emm. LIAIS, ✻, secrétaire-perpétuel honoraire.

Bureau élu pour 1874.

Emm. LIAIS, ✻, président.
Dr GUIFFART, vice-président.
BERTIN, ✻, ❦, secrétaire.
GEUFROY, ✻, trésorier.

Membres honoraires.

Cte Th. Du MONCEL, O ✻, ingénieur-électricien, à Paris.
THURET (Gust.), correspondant de l'Institut, à Antibes.

Membres titulaires.

1° Section des sciences médicales.

Dr GUIFFART, directeur de la Santé.
Dr MONNOYE père, ✻, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu.
Dr MONNOYE fils.
Dr LEGARD-LAFOSSE, ✻, présid. de l'Association médicale.
Dr RICHAUD, O ✻, médecin en chef de la marine, officier de l'ordre de Charles III.
Dr RENAULT, président de la Société d'horticulture.
Dr LEFRANÇOIS, médecin de la Santé.
Dr CATTELOUP, O ✻, ancien médecin-princ. de la Guerre.

2° Section d'histoire naturelle et agriculture.

Aug. LE JOLIS, O ✻, Doct. ès-sciences, commandeur et chevalier de plusieurs ordres.
Cte H. DE TOCQUEVILLE, ✻, ✻, membre de l'Assemblée nationale, président de la Société d'agriculture.
Dr LEBEL, à Valognes.
H. HAMOND, consul de S. M. Britannique, chevalier de l'ordre des Guelphes.
H. DE LA CHAPELLE, commis principal des douanes.
JOSEPH-LAFOSSE, naturaliste, à St-Côme-du-Mont.
LEMOIGNE-DULONGPRÉ, propriétaire.
PLUQUET, ancien pharmacien.
LARNAC, sous-préfet de Cherbourg.

3° Section de géographie et navigation.

H. JOUAN, O ✻, ✻, capitaine de vaisseau.
Cte DE BÉRENGER, ancien officier de marine.
ARNAULT, ✻, lieutenant de vaisseau.
CHABIRAND, ✻, lieutenant de vaisseau.
FOURNIER (Ernest), ✻, lieutenant de vaisseau.
MOTTEZ, O ✻, capitaine de vaisseau.
VIGNES, O ✻, capitaine de frégate.
BONAMY DE VILLEMEREUIL, O ✻, capitaine de frégate.

4° Section des sciences physiques et mathématiques.

Emm. LIAIS, ✻, astronome, officier de l'ordre de la Rose.
GEUFROY, ✻, architecte, chev. de l'ordre de St-Grégoire.
VIBERT, O ❦, principal du collége.
JOFFRÈS, professeur de physique.
BERTIN, ✻, ❦, Dr en droit, ingénieur des constructions navales.
COURNERIE (G.), chimiste.
FAUVELLE, ingénieur des constructions navales.
LEBARBÉ, O ❦, professeur de mathématiques.
BODEN, ✻, sous-directeur de l'école du Génie maritime.
DE MAUPEOU D'ABLEIGES, ✻, ingénieur des construct. navales.
CARLET, ✻, ingénieur des constructions navales.
ANDRADE, ✻, ingénieur des constructions navales.

Membres correspondants

NOMMÉS DEPUIS L'IMPRESSION DU XVIIe VOLUME.

AMBROSI, directeur du musée de Trente (Tyrol).
BALL, prof. de mathématiques, à Dublin.
BARNABY, chef-constr. de la marine royale d'Angleterre.
BELL, prof. de zoologie, à Londres.
BROCA (Paul), docteur-médecin, à Paris.
CARTAILHAC, secrét. de la soc. d'hist. nat. de Toulouse.
CASTELLO DE PAIVA (baron), botaniste, à Oporto.
DEL GIUDICE, secrétaire de l'Inst. d'encourag. de Naples.
DELPONTE, directeur du jardin botanique de Turin.
DE VILLENEUVE-FLAYOSC (comte), à Marseille.
GLAZIOU, directeur du jardin botanique de Rio-Janeiro.
HAYDEN, géologue en chef des Etats-Unis, à Washington.
JANKA (Vict. von), conserv. du musée botanique, à Pesth.
KARSTEN, prof. de météorologie, à Kiel.
KERNER, directeur du jardin botanique d'Innspruck.
KRAUS, prof. de botanique, à Halle.

LAMOTTE (Martial), prof. de botan., à Clermont-Ferrand.
LEFEVRE DE S[te]-MARIE, dir. au Min. de l'agric. à Paris.
LEIDY, professeur de zoologie, à Philadelphie.
LUBBOCK (sir John), naturaliste, à Londres.
MACALISTER, professeur de zoologie, à Dublin.
MORREN (Ed.), professeur de botanique, à Liège.
ORPHANIDÈS, directeur du jardin botanique d'Athènes.
PACKARD, secrét. de l'acad. des sciences, à Salem (E. U.)
PUJAZON (don Cecilio), direct. de l'obs. de San-Fernando.
PUTNAM, directeur du museum de Salem.
REES, professeur de botanique, à Erlangen.
ROSTAFINSKI, botaniste, à Strasbourg.
SCHOMBURGK, directeur du jardin botanique d'Adélaïde.
SCHROTTER, secr. de l'académie des sciences de Vienne.
VAN BEMMELEN, secrét. de la soc. Teylerienne, à Harlem.
VAN HOUTTE, horticulteur, à Gand.
VEITCH, horticulteur, à Londres.
WOOLLEY, inspect. du Génie maritime, à Londres.
WRIGHT, professeur de botanique, à Dublin.



TABLE.





